

SOMMAIRE

Table des matières

DEDICACE	III
REMERCIEMENTS	IV
ABREVIATIONS	VI
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	VII
RESUME	VIII
I. INTRODUCTION	1
II. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
1. Généralités sur les relations plantes-insectes.....	4
1. 1. Mécanisme de localisation de la plante hôte	4
1. 2. Interactions résultant de l'action des phytophages sur les plantes hôtes	4
2. Généralités sur les mouches des fruits	5
2. 1. Morphologie, biologie et écologie.....	5
2. 2. Incidence économique	6
2. 3. Méthodes de lutte	6
III. MATERIEL ET METHODES	8
1. Matériel.....	8
1.1. Site d'étude.....	8
1.2. Matériel biologique	8
1.3. Matériel technique	9
2. Méthodologie	9
2.1. Capture et identification des mouches des fruits	9
2.2. Incubation des fruits	10
2.3. Suivi de la production fruitière	10
IV. RESULTATS.....	11
1. Identification des mouches des fruits présentes dans la zone d'étude.....	11

1. 1. Mouches des fruits de la zone d'étude.....	11
1. 2. Abondance relative des différentes espèces.....	13
1. 3. Fluctuation des populations des espèces les plus majoritaires.....	14
2. Identification des agents responsables des dommages sur les fruits.....	14
3. Corrélation entre la production fruitière et l'effectif d'apparition de <i>C. vesuviana</i>	15
4. Test des attractifs naturels dans la capture des mouches des fruits	17
V. DISCUSSION.....	18
VI. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	22
REFERENCES	24
ANNEXES	29

- * Exposé (Théorie)
- * Écologie appliquée (thèse)

DEDICACE

A la mémoire de ma très chère mère dont la disparition a laissé en moi un grand vide. Puisse Dieu tout puissant l'accueillir dans sa miséricorde !

A mon adorable père qui m'a toujours comblé d'encouragements dans mes initiatives ; qu'il voit en ce travail le fruit de ces précieux conseils. Puisse Dieu lui gratifier de santé et de longévité !

A mes frères et sœurs qui me vouent une affection sans égard. Que Dieu les bénisse !

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire, qui marque notre initiation à la recherche, a nécessité le concours de plusieurs personnes dont il nous revient de leur témoigner toute notre gratitude. Ainsi nos remerciements vont particulièrement à :

- **Dr DIALLO Boukary Ousmane**, attaché de recherches au Département Productions Forestières (DPF) de l’Institut de l’environnement et des Recherches Agricoles (INERA), qui malgré ses multiples occupations a toujours fait preuve de disponibilité pour notre encadrement et notre initiation à la recherche scientifique ;
- **Pr. SOME Antoine**, enseignant-chercheur à l’Institut du Développement Rural (IDR) et vice président chargé de la recherche, de la prospective et de la coopération internationale à l’Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB) qui malgré également ses nombreuses occupations a toujours consacré du temps pour nous suivre dans nos travaux ;
- **MM. ZALLE Daouda et PIM Visser** respectivement Directeur National et Conseillé Technique Principal du projet BKF/012 • PAGREN (Projet d’Appui à la Gestion participative des Ressources Naturelles dans la région des Hauts-Bassins), pour avoir une fois de plus témoigner de leur grande générosité en mettant à notre disposition les moyens techniques, financiers et humains qui ont été nécessaires à la réalisation de nos travaux ;
- **M. OUEDRAOGO Sylvain**, doctorant au laboratoire d’entomologie de l’INERA de Bobo-Dioulasso, pour nous avoir soutenu matériellement et aidé techniquement dans l’identification des mouches des fruits ainsi que dans l’incubation des fruits. A travers lui nos remerciements s’adressent aussi aux techniciens du laboratoire **MM. OUEDRAOGO Boukary et SANOU René** qui n’ont ménagé aucun effort pour l’exécution de ces tâches ;
- **M. NOULA Kouna**, ingénieur des eaux et forêts, responsable du Volet Aménagement Forestier (VAF) du projet BKF/012 • PAGREN, qui a toujours fait preuve d’attention, et de compréhension à notre égard et qui n’a cessé de nous soutenir jusqu’à la fin de nos travaux ;
- **M. YANOGO Marcel**, responsable du volet suivi/évaluation du projet BKF/012 • PAGREN, pour ses conseils, encouragements et soutien pendant les périodes difficiles de notre stage ;
- **Mlle BOGNINI Nadège** notre bien aimée qui n’a cessé de nous encourager et de nous prodiguer des conseils dont nous reconnaissions aujourd’hui leur importance ;

➤ **Tout le personnel** du projet BKF/012 • PAGREN pour cette atmosphère chaleureuse qu'il a su créer et qui a favorisé la réalisation de notre stage ;

A Tous ceux qui d'une manière ou d'une autre ont contribué à la réalisation de ce mémoire et dont les noms n'ont pu être cités, que Dieu tout puissant vous rende à tous au centuple vos bienfaits !

ABREVIATIONS

CIRAD : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

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

DPF : Département Productions Forestières

DPV : Direction de la Protection des Végétaux

IDR : Institut du Développement Rural

IITA : Institut International d'Agriculture Tropicale

INERA : Institut de l'Environnement et des Recherches Agricoles

PAGREN : Projet d'Appui à la Gestion participative des Ressources Naturelles dans la région des Hauts-Bassins

PV : Protection des végétaux

S A: Success-Appat

TAM: Technique d'Annihilation des Mâles

UPB : Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso

TABLE DES ILLUSTRATIONS

❖ Figures

Figure 1 : Fluctuation des populations de <i>C. vesuviana</i> , <i>B. invadens</i> et <i>B. cucurbitae</i>	14
Figure 2 : Evolution de la production fruitière et du niveau de la population de <i>C.vesuviana</i> au cours de la période d'étude.....	16
Figure 3 : Evolution de la population de <i>C. vesuviana</i> en fonction de la production fruitière	16

❖ Tableaux

Tableau I : Caractéristiques géo climatiques du site d'étude	8
Tableau II : Effectifs et pourcentages des espèces de mouches des fruits dans la parcelle	13
Tableau III : Quantification des attaques, et nombre d'émergence des pupes ou de chrysalides et d'adultes à partir des fruits incubés	15
Tableau IV : Insectes capturés avec appâts naturels et pièges artisanaux.....	17

❖ Photographies

Photo 1 : Les espèces du genre <i>Bactrocera</i>	12
Photo 2 : Les espèces du genre <i>Ceratitis</i>	12
Photo 3 : Les espèces du genre <i>Dacus</i>	12
Photo 4 : Les espèces du genre <i>Carpomya</i>	12
Photo 5: Les espèces du genre <i>Carpomya</i> (Tephritidae) et du genre <i>Agrotis</i> (Noctuidae)	15

❖ Annexes

Annexe 1 : Carte des parcelles expérimentales de <i>Z. mauritiana</i> et de <i>A. digitata</i>	I
Annexe 2 : Pièges utilisés pour la capture des mouches des fruits	II
Annexe 3 : Matériel d'incubation : a) Cage b) Pots pour les lots c) boîtes unitaires	III

RESUME

L'étude porte sur les insectes responsables du parasitisme des fruits chez 3 cultivars indiens de jujubiers. La démarche consiste à : (i) recenser les différentes espèces de Tephritidae présentes dans la forêt classée de Dindéresso (Région Ouest du Burkina Faso) ; (ii) déterminer les insectes inféodés aux fruits des cultivars indiens ; (iii) tester des attractifs naturels dans des pièges artisanaux ; (iv) suivre la production fruitière en relation avec la dynamique des insectes responsables des dégâts sur les fruits. La capture des insectes a été faite avec des pièges utilisant 3 types d'attractifs (Torula, Terpinyl acétate, attractifs alimentaires naturels de Diptères). Les fruits de la variété Gola ont été mis en incubation dans des cages. Après l'émergence, les insectes ont été identifiés en utilisant la clé de Delvare et Aberlenc (1989). Les résultats montrent la présence de 10 espèces de Tephritidae regroupées dans 4 genres. Il s'agit de *Carpomya vesuviana* (44,86%), *Bactrocera invadens* (21,58%) et *Bactrocera cucurbitae* (18,49%). Les populations de ces espèces majoritaires présentent des pics à des périodes identiques ce qui pourrait être imputable à certains facteurs climatiques. Les ravageurs inféodés aux jujubiers sont *C. vesuviana* (Tephritidae) et *Agrostis sp* (Noctuidae). Le taux moyen des attaques est de 50% dont 84% lié à *C. vesuviana* et 16% à *Agrostis sp*. Parmi les attractifs alimentaires testés, seul le mélange dolo et banane a montré la présence de Tephritidae (*Bactrocera invadens*) dans les captures. Une étude de la biologie et du comportement des deux principaux ravageurs identifiés sont nécessaires pour l'application des méthodes de lutte optimale dans les plantations de jujubiers améliorés.

Mots clés : Ravageurs, jujubiers, Pièges, attractifs, Tephritidae, *Carpomya vesuviana*, *Bactrocera invadens*.

I. INTRODUCTION

Ziziphus mauritiana Lam, appelé jujubier est une plante de la famille des Rhamnacées appartenant à l'ordre des Rhamnales. Son origine probable selon Von Maydell (1983) serait le Moyen Orient. Les fruits sont utilisés dans l'alimentation, les feuilles servent de fourrage aux ruminants et son bois est utilisé comme combustible ou dans la confection des outils. Dans les champs et les jardins, l'espèce est utilisée comme haies vives de protection. Toutes les parties de la plante sont utilisées en médecine traditionnelle. Toutefois, le fruit, principal intérêt du jujubier, est largement consommé sous diverses formes par l'Homme et fait l'objet d'un important commerce dont les femmes sont les principales actrices (Koné et al, 2009). En effet, la commercialisation des jujubes constitue ainsi une activité génératrice de revenus après la campagne agricole (Dao, 1993). Selon Sissoko (2002), au cours d'une campagne de commercialisation, une femme exportatrice gagnerait entre 350 000 et 500 000 francs CFA et une transformatrice aurait un gain journalier moyen de 2 500 francs CFA. *Sur/Grille M.; 1/1*

Compte tenu de l'intérêt économique des fruits de l'espèce, des cultivars indiens à hauts rendements fruitiers ont été introduits au Sahel par l'intermédiaire de l'ICRAF et de ses partenaires des CNRAs afin d'ajouter une plus value aux productions des jujubiers locaux. En effet, ces nouvelles variétés à haut rendement ont des productions moyennes annuelles de 18 et 43 kilogrammes par arbre tandis que celles des différents écotypes sahéliens se situent entre 7 et 10 kilogrammes (Koné et al, 2009). Ainsi, leur pulpe 20 fois plus importante et 17 fois plus riche en vitamine C que celle des jujubes locaux (Danhu et al, 2002 ; Ouédraogo et al, 2002) a suscité un engouement de la part des consommateurs dès les deux premières années de culture au Sahel. Il s'en est suivi une vulgarisation rapide par les centres de recherche pour répondre à la demande de plus en plus forte des sylviculteurs.

Cependant, les années qui ont suivi les producteurs et les consommateurs ont été moins enthousiastes car des contraintes de production liées essentiellement à des attaques de diverses natures affectent la qualité des fruits et entraînent une dépréciation du fruit de la part des consommateurs ; donc une difficulté dans l'écoulement du produit. Ainsi, on note des pertes annuelles progressives allant de 11% (deuxième année de plantation) à 53% (quatrième année de plantation) des quantités commercialisables (Tankoano, 2008). Des pertes similaires allant de 13 à 20% ont été signalées dans d'autres régions du monde par Bagle (1992). Ces attaques parasitaires observées sur l'île de la Réunion ont montré que ce sont principalement les insectes phytophages de la famille de Tephritidae appelés «Mouches des fruits» qui en

sont responsables à travers leurs larves. Faute de connaissances précises des agents responsables de ces attaques, aucun plan d'action n'a été jusqu'à présent élaboré au Sahel contre les ravageurs. Dans le souci donc de lever cette contrainte de production, des travaux de recherche ont été initiés par le projet BKF/012•PAGREN en partenariat avec le DPF de l'INERA. Ceux-ci ont pour objectif principal de mettre en place une stratégie de lutte efficace et durable contre les agents responsables de ce parasitisme. Celle-ci requiert quatre étapes importantes : (i) l'identification de l'entomofaune de la plante hôte ;(ii) la détermination des agents responsables de chaque type de dégât ; (iii) l'étude biologique et écologique des ravageurs; (iv) enfin l'élaboration des méthodes de lutte appropriées. C'est dans ce contexte qu'une étude effectuée par Tankoano (2008) a mis en évidence quatre groupes d'insectes dans l'entomofaune des jujubiers indiens. Il s'agit des prédateurs, des pollinisateurs, des phytophages et des parasites. Du fait de la complexité de cette entomofaune qui regroupe non seulement les ravageurs (phytophages, parasites) mais aussi les auxiliaires (prédateurs, pollinisateurs), cette information rend caduque l'utilisation d'insecticide par pulvérisation car elle présente le risque d'éliminer des pollinisateurs constitués essentiellement de mouches (Dao, 2002). L'utilisation des pesticides systémiques quant à elle présente le risque de l'accumulation des produits résiduels difficiles à éliminer dans les produits de consommation. Les deux alternatives seraient donc d'identifier au sein de l'entomofaune les ennemis naturels de chaque catégorie de ravageur et/ou l'utilisation de la lutte mécanique. .

Au Burkina Faso les travaux de Tankoano (2008) ont montré deux types d'attaques (i) les fruits rongés imputables aux phytophages primaires tels que les coléoptères ; (ii) les fruits portant des taches noires qui seraient le résultat des piqûres d'insectes ou de la pénétration des larves d'autres insectes qui accomplissent une partie de leur cycle de reproduction dans les jujubes. Parmi ces deux types d'attaques les plus nombreuses et qui entraînent des pertes de fruits commercialisables sont celles des piqûres sur fruits. La première hypothèse de notre étude est que ces piqûres sont celles des mouches des fruits, d'autant que les travaux de Tankoano (2008) avaient mis en évidence la présence des Tephritidae dans la collection des diptères. Il faut noter que plusieurs de ces insectes ont été rencontrés sur des fruits et légumes sauvages ou cultivés en Afrique de l'ouest (De Meyer, 2008). Cette présence a été confirmée par le CIRAD (2009) dans la région Ouest du Burkina (i.e. dans notre zone d'étude). Dans de nombreuses régions plusieurs espèces appartenant aux genres *Bactrocera*, *Ceratitis*, *Dacus* et *Carpomya* avaient été observées sur les jujubiers indiens mais pas de manière simultanée

(Farrar et al, 2003 ; Ryckewaert et al, 2010). La question fondamentale est de savoir quel est le genre inféodé aux jujubiers dans les pays du Sahel.

Du fait que les dégâts causés par ces insectes se font à travers leurs larves, les stratégies de lutte les plus durables requièrent une parfaite maîtrise des relations hôte-parasite. En effet, dans cette coexistence le choix de l'hôte par le parasite n'est pas dû à un simple effet aléatoire, mais est le résultat d'un long processus évolutif (Sheppard et al, 1992). De ce fait la compréhension des relations hôte-parasite passe nécessairement par l'étude des processus d'adaptation et de spécialisation des parasites sur leurs hôtes. En effet, certaines études font état de la spécialisation des ravageurs sur leurs hôtes (Briese et Sheppard, 1992). Pourtant Strong et al. (1984) a montré que les insectes strictement monophages sont rares et que la spéciation devient plus difficile. En ce qui concerne les mouches des fruits les études de Amice et Ales (1997) ont montré que la plupart des insectes responsables des dégâts sur les fruits sont polyphages, donc peuvent utiliser les ressources de plusieurs hôtes présents dans leur environnement.

De nombreux travaux entrepris depuis 2007 dans le cadre de la lutte régionale contre les mouches des fruits particulièrement sur les manguiers ont permis au CIRAD de mettre au point des techniques de piégeage optimales à partir des pièges et attractifs artificiels (Vayssières, 2007). Cependant, ceux-ci sont coûteux pour les producteurs sahéliens et le plus souvent ne sont pas disponibles sur les marchés locaux. La deuxième hypothèse de notre étude est qu'il existe des ^{méthodes} recettes locales utilisant des attractifs naturels dans des pièges artisanaux pour capturer les Tephritidae qui sont connus comme étant les principaux insectes responsables des piqûres sur les fruits.

La présente étude a pour objectif principal de mettre à la disposition des services de la protection des végétaux des informations scientifiques pour mieux élaborer leur stratégie de lutte contre les ravageurs des jujubiers indiens introduits au Sahel. Elle a pour objectifs spécifiques de : (i) identifier les mouches des fruits présentes dans la zone d'intervention ; (ii) identifier les agents responsables des piqûres sur les fruits et évaluer les taux d'infestation; (iii) tester l'efficacité des attractifs naturels des Diptères dans la capture des mouches des fruits.

II. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Généralités sur les relations plantes-insectes

1. 1. Mécanisme de localisation de la plante hôte

De nombreux insectes utilisent des plantes pour se nourrir, se reproduire ou s'abriter. Certains utilisent une large gamme de plantes (polyphages) tandis que d'autres se contentent d'un nombre assez restreint ou d'une seule espèce de plante (oligophages ou monophages). Toutefois dans les relations plantes-insectes, la polyphagie est le type dominant (Jolivet, 1992). Le choix de la plante par l'insecte polyphage, oligophage ou monophage est déterminé par un certain nombre de mécanismes qui mettent en évidence la vision, l'olfaction, le toucher et la gustation (Dicke et Van Loon, 2000 ; Descoins, 2007). La localisation à distance se fait grâce aux substances volatiles émises par la plante hôte (Ferry, 2007). Ces composés spécifiques à chaque plante hôte transmettent des informations particulières à des espèces d'insectes spécifiques. Selon Carrière et Roitberg (1995) la spécificité d'un insecte sur une plante hôte aurait alors un fondement génétique. Une fois la plante hôte localisée, sa réceptivité devient fonction de son architecture, de sa phénologie, de sa couleur et de son intensité spectrale (Barbosa et Wagner, 1989 ; Hance, 2001).

1. 2. Interactions résultant de l'action des phytophages sur les plantes hôtes

L'utilisation de la plante hôte par un insecte peut engendrer plusieurs autres types d'interactions qui se traduisent par la résistance de la plante hôte, la compétition intra et inter spécifique par rapport à l'utilisation de la même ressource ainsi que les interactions Proies-prédateurs. En effet, selon Hance (2001) et Bauce et *al.* (2001), la plante peut résister à un insecte phytopophage (i) grâce à sa capacité à supporter les dégâts engendrés par celui-ci (tolérance); (ii) par la production de substances toxiques (antibiose); (iii) par des barrières physiques (non-préférence). La compétition intra et inter spécifique des phytophages vis-à-vis de la ressource se traduit essentiellement par l'exclusion d'un insecte par un autre de la même espèce ou non. Celle-ci est plus perceptible dans le cas de l'oviposition où il y a reconnaissance par une autre femelle d'un fruit préalablement occupé grâce à la présence de phéromone anti oviposition déposée à la surface du fruit par la première (Descoins, 2007). Enfin l'action d'un phytopophage sur une plante hôte peut permettre sa localisation par ses prédateurs. Pour certains auteurs comme Dicke (1999) ce sont les synomones (substances chimiques émises par la plante) qui fournissent au prédateur une information très spécifique

quant à l'herbivore qui en induit la production. Pour Brévault (1999) et Descoins (2007) par contre ce sont les kairomones émises par le phytopophage qui permettent sa détection par son prédateur. Quant à Reddy et al (2002), les prédateurs sont capables de reconnaître à la fois des kairomones et des synomones au cours de la recherche de leurs proies. Vet et Dicke (1992) précisent que la détection à distance se fait grâce aux synomones et la localisation précise de la proie sur la plante par les kairomones.

2. Généralités sur les mouches des fruits

2. 1. Morphologie, biologie et écologie

Les mouches des fruits sont des insectes de l'ordre des Diptères appartenant à la famille des Tephritidae. Les adultes sont caractérisés par la présence des ailes presque toujours tachetées, des ocelles, d'une nervure sous-costale coudée à l'extrémité et d'un abdomen formé de cinq ou six segments visibles et se terminant chez la femelle par un ovipositeur pointu (Delvare et Aberlenc, 1989). C'est grâce à cet ovipositeur que les femelles piquent et pondent des œufs dans les fruits. Les larves éclosent au bout de 4 à 5 jours selon Noussourou et Diarra (1995) et se nourrissent à l'intérieur des fruits en creusant des galeries et provoquant ainsi des pourritures. Selon Fletcher (1987), les larves passent par trois stades au bout de 5 à 10 jours dans le fruit avant de se transformer en pupes dans le sol. Cette nymphose dure 9 à 12 jours (Ndiaye et Dabo, 2007). Les adultes qui émergent après la nymphose peuvent vivre plusieurs mois en fonction de l'espèce, de l'alimentation et de divers autres facteurs biotiques et abiotiques (Ouédraogo, 2007).

En effet Fay et Meats (1983) ont montré l'influence des facteurs environnementaux dans la distribution et la régulation des populations des mouches des fruits dont les plus importants selon Ouédraogo (2007) sont la température, l'humidité et la présence de la plante hôte. Néanmoins dans certaines circonstances les ennemis naturels (parasitoïdes, prédateurs, pathogènes) ainsi que la compétition intra spécifique peuvent jouer un rôle important dans le contrôle des populations des Tephritidae. Vayssières et al (2009) rapporte par exemple que l'utilisation de fourmis tisserandes (prédateurs des mouches des fruits) a permis la réduction des dommages de 24% à moins de 1% sur les mangues au Bénin.

Les mouches des fruits les plus importantes sont des insectes largement polyphages. On note en effet 250 espèces de plantes hôtes pour *Ceratitis capitata* et 173 pour *Bactrocera dorsalis* (CIRAD, 2000). Les principales plantes auxquelles elles sont inféodées en Afrique de l'Ouest

sont les espèces cultivées telles que *Mangifera indica*, *Psidium guajava*, *Citrus spp*, *Carica papaya*, *Irvingia gabonensis*, *Persea americana*, *Chrysophyllum albidum*, *Terminalia catappa* et des espèces agroforestières telles que *Sclerocarya birrea*, *Vitellaria paradoxa* (Vayssières et al. 2008). Les Tephritidae matures se nourrissent d'eau et d'aliments riches en protéines qui sont nécessaires pour la maturation des œufs chez les femelles. (Christenson et Foote, 1960 ; Bateman, 1972). Pour ce faire, ils peuvent parcourir de grandes distances pouvant atteindre 200 Km en absence de plantes hôtes dans leur environnement selon Miyahara et Kawai (1979) et MacFarlane et al. (1986).

2. 2. Incidence économique

L'importance économique des Tephritidae peut se résumer comme suit :

- les adultes attaquent des fruits produits à des fins commerciales comme des fruits sauvages ;
- certaines espèces sont devenues des ravageurs de fruitiers cultivés loin de leur aire d'origine
- des conditions drastiques pour les importations fruitières sont nécessaires pour limiter la dispersion et l'extension de certaines espèces particulièrement redoutables ;
- certaines conditions de quarantaine et de désinfection des fruits exportés constituent des facteurs limitants préjudiciables pour certains pays exportateurs.

Vayssières et al (2009) note que la moyenne des pertes de production du mangueier dues aux attaques des mouches des fruits dans les pays d'Afrique de l'Ouest dépasse 50% en fin de campagne. Les pertes que subirait l'Australie à cause des mouches des fruits si aucune mesure de lutte n'était mise en pratique s'élèveraient à plus de 12 % du prix de la récolte (White et Elson-Harris, 1992). L'arrivée en 2004 de la nouvelle espèce invasive *Bactrocera invadens* en Afrique de l'Ouest a considérablement aggravé les dégâts causés par les mouches des fruits sur les fruits et légumes. Une autre espèce du même genre, *Bactrocera zonata*, signalée à la frontière libyenne, présente une menace pour l'Afrique de l'Ouest. On rapporte en effet qu'elle causerait actuellement des pertes annuelles de l'ordre de 190 millions d'Euros en Egypte et des dommages estimés à 320 millions d'Euros dans l'ensemble du Proche Orient (Stonehouse et al, 2008).

2. 3. Méthodes de lutte

De nombreuses méthodes de lutte contre les mouches des fruits ont été préconisées par l'IITA et le CIRAD dans le cadre du projet régionale de lutte contre les mouches des fruits et

légumes en Afrique de l'Ouest. Il s'agit essentiellement des méthodes culturales, de la lutte chimique et biologique et d'autres méthodes comme la technique de l'insecte stérile.

Les méthodes culturales consistent à ramasser et détruire les fruits tombés à terre afin d'éliminer les œufs et les larves de mouches dans les fruits et d'empêcher la ponte des mouches adultes. D'autres pratiques visent l'élimination des hôtes alternatifs des mouches des fruits et l'exposition des puparia au soleil et aux fourmis par la destruction de toute la végétation dans les plantations et le labour (Stonehouse et al, 2008).

Les méthodes de lutte chimique préconisées sont :

- ❖ Les traitements avec le « Success Appat (SA) »: le SA est un appât liquide comprenant un mélange de substances alimentaires variées avec un insecticide biologique (Spinosad). Il attire et tue les mouches adultes grâce à l'insecticide. Il a permis la réduction des dégâts dus aux mouches des fruits d'environ 80% dans les vergers traités par rapport aux témoins au Bénin (Vayssières et Sinzogan, 2008).
- ❖ La technique d'annihilation des mâles (TAM) : elle consiste à réduire drastiquement la population des mouches mâles afin d'empêcher toute reproduction et d'éradiquer l'espèce ciblée. On utilise des blocs de bois trempés dans une mixture de paraphéromone et d'insecticide. L'inconvénient de la TAM est qu'elle est coûteuse et nécessite de grands moyens.

La lutte biologique se réfère à l'utilisation d'organismes « utiles » pour contrôler des organismes « nuisibles ». Les auteurs comme Syed (1969), Symondson (2002), Barbu (2006) considèrent que la lutte biologique s'inscrit dans la durabilité. Stonehouse et al (2008) rapportent l'utilisation de *Oecophylla longinoda*, *Fopius arisanus*, et des champignons du genre *Metarhizium* comme respectivement prédateur, parasitoïde, et pathogènes des mouches des fruits. L'élevage de masse de *F. arisanus* est cependant sensible et coûteux (Vayssières et al, 2009).

La technique de l'insecte stérile quant à elle consiste à faire un élevage de masse des mâles du ravageur, à les rendre sexuellement stérile par irradiation et à les lâcher dans la zone de lutte afin qu'ils s'accouplent avec des femelles sauvages qui pondront ensuite des œufs sans embryon. On fournit aux mâles stériles un traitement hormonal et un supplément protéique pour accélérer leur maturité et leur performance sexuelle. Cependant, elle présente une faible compatibilité avec la TAM. Les mâles stériles peuvent être détruits par la TAM.

III. MATERIEL ET METHODES

1. Matériel

1.1. Site d'étude

La parcelle expérimentale se trouve dans la forêt classée de Dindéresso. C'est une plantation de 0,688 ha de trois cultivars indiens de *Ziziphus mauritiana*. Cette zone se trouve dans le domaine soudanien (Fontès et Guinko, 1995) avec un climat tropical soudanien caractérisé par une saison des pluies de 5 mois et une saison sèche de 7 mois. Ces deux grandes saisons sont séparées par deux intersaisons d'un mois chacune. Les coordonnées géographiques sont 11° 14' de latitude Nord et 4° 26' de longitude Ouest à une altitude de 339 m. Les caractéristiques du site sont inscrites dans le tableau I.

Tableau I : Caractéristiques géo climatiques du site d'étude

Plan 36

Caractéristiques	Site de Dindéresso
Latitude	11°14'N
Longitude	4°26'W
Altitude (m)	339
Pluviométrie annuelle moyenne (mm)	1028
Nombre moyen de jours de pluie	85 j
Température moyenne annuelle	27.7°C
Température maximale (moyenne annuelle)	28.4°C
Température minimale (moyenne annuelle)	27.1°C
	6 mois de saison humide
Indice d'Aubréville	2 mois d'intersaison
	4 mois de sécheresse

Source : Diallo (2001)

1.2. Matériel biologique

Le modèle biologique est constitué de 3 cultivars indiens et des insectes qui parasitent les fruits par leurs larves. Les 3 variétés introduites au Sahel que sont Gola, Seb et Umran ne présentent aucune résistance ou tolérance affichée vis-à-vis des mouches de fruits.

La stratégie consiste à capturer par piégeage spécifique les mouches des fruits et autres insectes qui peuvent pondre dans les fruits du jujubier. Les arbres ont servi de supports pour les pièges. Le cultivar Gola étant largement dominant sur la parcelle, seuls ces fruits ont été utilisés pour l'incubation. Les mouches des fruits (Tephritidae) ont fait l'objet de détermination au laboratoire parmi les différentes espèces capturées.

1.3. Matériel technique

Deux catégories de pièges ont été utilisées. Il s'agit : (i) de pièges modernes dont les attractifs sont constitués soit d'une para phéromone le Terpinyl acétate qui attire les mâles des Cératites soit d'un attractif alimentaire qu'est le Torula (sorte de levure) ; (ii) de pièges artisanaux à partir de bouteilles vides d'eau minérale de contenance 1,5 l et dont les attractifs uniquement alimentaires sont constitués par la bouse de vache recouverte de sang, de viande en putréfaction, de fruits en fermentation, de mélange de bière locale avec de la banane écrasée, de lait et enfin de fruits de niébé frais.

↳
↳
↳
↳
↳
↳

2. Méthodologie

2.1. Capture et identification des mouches des fruits

Il s'agit d'un « monitoring » qui consiste à suivre les fluctuations des différentes espèces de mouches des fruits dans la zone d'étude. Pour ce faire, quatre pièges liquides avec le torula comme attractif ont été accrochés à des branches et situés à des distances d'au moins 20 m pour éviter toute interaction entre les attractifs. Le torula est une levure inactive, hydrosoluble et très riche en protéines qui attire une large gamme d'espèces de mouches des fruits qui y meurent sous l'effet de l'insecticide suspendu dans la nacelle située en haut du piège. Le contenu des pièges est de 300 ml à raison d'une pastille pour 100 ml d'eau.

Le piège à sec a été utilisé pour la détection et le suivi de la fluctuation des espèces du genre *Ceratitis* qui étaient rares dans les pièges à torula. Leurre mâle utilisé (Terpinyl acétate) est une para phéromone qui agit uniquement sur les mouches mâles.

L'expérimentation des six autres pièges avec des attractifs alimentaires naturels a pour objectif de mettre à la disposition des producteurs, des dispositifs moins coûteux et respectueux de l'environnement par rapport aux précédents. Le choix des différents attractifs s'est basé essentiellement sur leur richesse en protéines recherchées par les mouches des fruits pour compléter leur alimentation et assurer la maturation des œufs. Les attractifs ainsi utilisés

sont : bouse de vache +sang, viande faisandée, bière de banane, fruits en putréfaction, lait et haricot frais. Quatre pièges fabriqués à base de bouteilles d'eau « lafi » de contenance 1,5 l ont été utilisés par traitement.

Les pièges sont relevés une fois par semaine et les insectes collectés sont conservés dans des flacons contenant de l'alcool à 90°. Les flacons portent des étiquettes internes sur lesquels sont mentionnés le nom du site, la date du prélèvement, et l'attractif utilisé. Ensuite les mouches sont triées du lot des insectes capturés. L'identification a été faite sous binoculaire au laboratoire de l'INERA-Bobo ex Protection des végétaux à partir de la clé de Delvare et Aberlenc (1989).

2.2. Incubation des fruits

L'échantillon de fruits est obtenu à partir d'un échantillonnage systématique sur 25 jujubiers de la variété Gola. Ce mode d'échantillonnage permet de repartir l'échantillon d'arbres sur toute la parcelle et par conséquent fourni une bonne précision par rapport à l'échantillonnage aléatoire simple. Une récolte aléatoire des fruits est faite sur les 25 individus échantillonés pour l'étude. Les récoltes sont faites une fois toutes les deux semaines. Nous avons ainsi constitué dans un premier temps deux lots de 100 fruits chacun à raison de 4 fruits/arbuste. Ensuite, nous avons constitué deux autres lots de 25 fruits chacun à raison de 1 fruit/arbuste. Ces deux groupes de lots ont été incubés ce qui donne un total de 250 fruits. Chaque lot de 100 fruits est incubé dans des pots contenant du sable, placés dans des cages en bois de dimensions 50 cm x 30 cm x 30 cm. Par contre pour les lots de 25 fruits, chaque fruit a été incubé séparément des autres dans des petites boîtes qui sont placées également dans les cages en bois identiques à celles utilisées pour les lots de 100 fruits. Des observations hebdomadaires ont été faites pour collecter les adultes d'insectes qui ont émergé.

2.3. Suivi de la production fruitière

Une évaluation hebdomadaire de la production fruitière a été effectuée simultanément avec les relevées des pièges.

2.4. Traitement des données.

IV. RESULTATS

1. Identification des mouches des fruits présentes dans la zone d'étude

1. 1. Mouches des fruits de la zone d'étude

Les photos 1, 2, 3, 4 présentent les espèces de mouches des fruits capturées dans la parcelle expérimentale de cultivars indiens de *Ziziphus mauritiana*. Au total dix (10) espèces de Tephritidae regroupées dans quatre (04) genres ont été identifiées dans les pièges. Le genre le plus représenté est le genre *Dacus*. Il est suivi du genre *Ceratitis*, puis du genre *Bactrocera* et enfin du genre *Carpomya* qui est représenté par une seule espèce.



1a : *Bactrocera cucurbitae*



1b : *Bactrocera invadens*

Photo 1 : Les espèces du genre *Bactrocera*



2 a : *Ceratitis capitata*



2 b : *Ceratitis cosyra*



2 c : *Ceratitis punctata*

Photo 2 : Les espèces du genre *Ceratitis*



3 a :
Dacus ciliatus



3 b :
Dacus bivittatus



3 c :
Dacus punctatifrons



3 d : *Dacus sp.*

Photo 3 : Les espèces du genre *Dacus*



Carpomya vesuviana

Photo 4 : Les espèces du genre *Carpomya*



1. 2. Abondance relative des différentes espèces

Dans le tableau II sont inscrits les effectifs réels des différentes espèces de mouches des fruits identifiées dans la zone d'étude ainsi que les pourcentages par rapport à l'effectif total. *Carpomya vesuviana* se révèle l'espèce majoritaire (44,86%), suivie respectivement par *Bactrocera invadens* (21,58%), *Bactrocera cucurbitae* (18,49%) et *Dacus sp* (7,19%). Les autres espèces sont très peu représentées dans la zone d'étude.

Tableau II : Effectifs et pourcentages des espèces de mouches des fruits dans la parcelle

Espèces	Effectif	%
<i>Bactrocera invadens</i>	63	21,58
<i>Bactrocera cucurbitae</i>	54	18,49
<i>Carpomya vesuviana</i>	131	44,86
<i>Ceratitis capitata</i>	5	1,71
<i>Ceratitis cosyra</i>	1	0,34
<i>Ceratitis punctata</i>	1	0,34
<i>Dacus bivittatus</i>	9	3,08
<i>Dacus ciliatus</i>	3	1,03
<i>Dacus punctatifrons</i>	4	1,37
<i>Dacus sp</i>	21	7,19
Total	292	100

1. 3. Fluctuation des populations des espèces les plus majoritaires

La figure 1 illustre l'évolution des populations de *C. vesuviana*, *B. invadens* et *B. cucurbitae* au cours de la fructification. L'observation de la figure montre une augmentation du niveau des populations à des périodes identiques pour les trois (03) espèces. Ainsi les périodes du 9 au 30 octobre 2009 et du 20 novembre au 11 décembre 2009 constituent les moments de pullulation de ces trois (03) espèces.

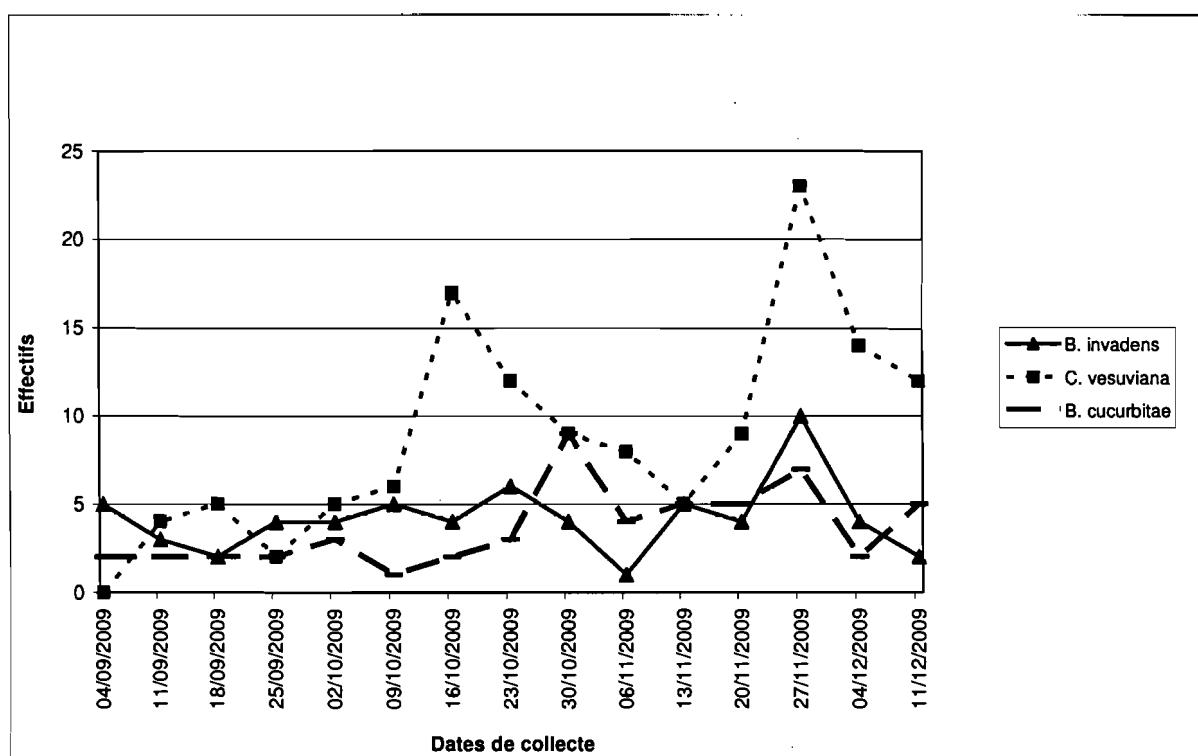


Figure 1 : Fluctuation des populations de *C. vesuviana*, *B. invadens* et *B. cucurbitae*

2. Identification des agents responsables des dommages sur les fruits

Le tableau III présente les résultats de l'incubation des 250 fruits du cultivar Gola de *Ziziphus mauritiana*. Il ressort de ce tableau que deux espèces d'insectes ravageurs sont sorties des fruits attaqués. Il s'agit de *Carpomya. vesuviana* qui est une mouche des fruits (Photo 5a) et *Agrostis sp* qui est un papillon de la famille des Noctuidae (Photo 5b). Sur l'ensemble des fruits incubés on note un taux d'émergence moyen des attaques de 50% dont 84% imputables à *C. vesuviana* et 16% à *Agrostis sp*. La mouche des fruits *C. vesuviana* est alors le principal ravageur des fruits du cultivar Gola de jujubier.

Tableau III : Quantification des attaques, et nombre d'émergence des pupes ou de chrysalides et d'adultes à partir des fruits incubés

L - venant
vers

Echantillons	Nombre de fruits	Nombre de fruits attaqués		Nombre de pupes et de chrysalides		Nombre d'adultes	
		C. vesuviana	Agrostis sp	Nombre de pupes	Nombre de chrysalides	C. vesuviana	Agrostis sp
1 (07/10/09)	100	-	-	10	0	2	0
2 (21/10/09)	100	-	-	13	3	1	5
3 (04/11/09)	25	12	0	12	0	4	0
4 (18/11/09)	25	9	4	9	4	0	0
Totaux	250	21	4	44	7	7	5



5a *Carpomya vesuviana*



5b *Agrotis sp.*

Photo 5: Les espèces du genre *Carpomya* (Tephritidae) et du genre *Agrotis* (Noctuidae)

3. Corrélation entre la production fruitière et l'effectif d'apparition de *C. vesuviana*

La figure 2 montre qu'une augmentation de la production fruitière s'accompagne d'une élévation du niveau de pullulation du ravageur. En effet, les pics d'émergence qui se situent entre le 9 octobre et le 6 septembre et entre le 13 septembre et le 4 décembre correspondent aux périodes de fortes productions fruitières. Ce qui est confirmé par la régression linéaire positive établie entre la production et l'effectif de *C. vesuviana* (Fig. 3).

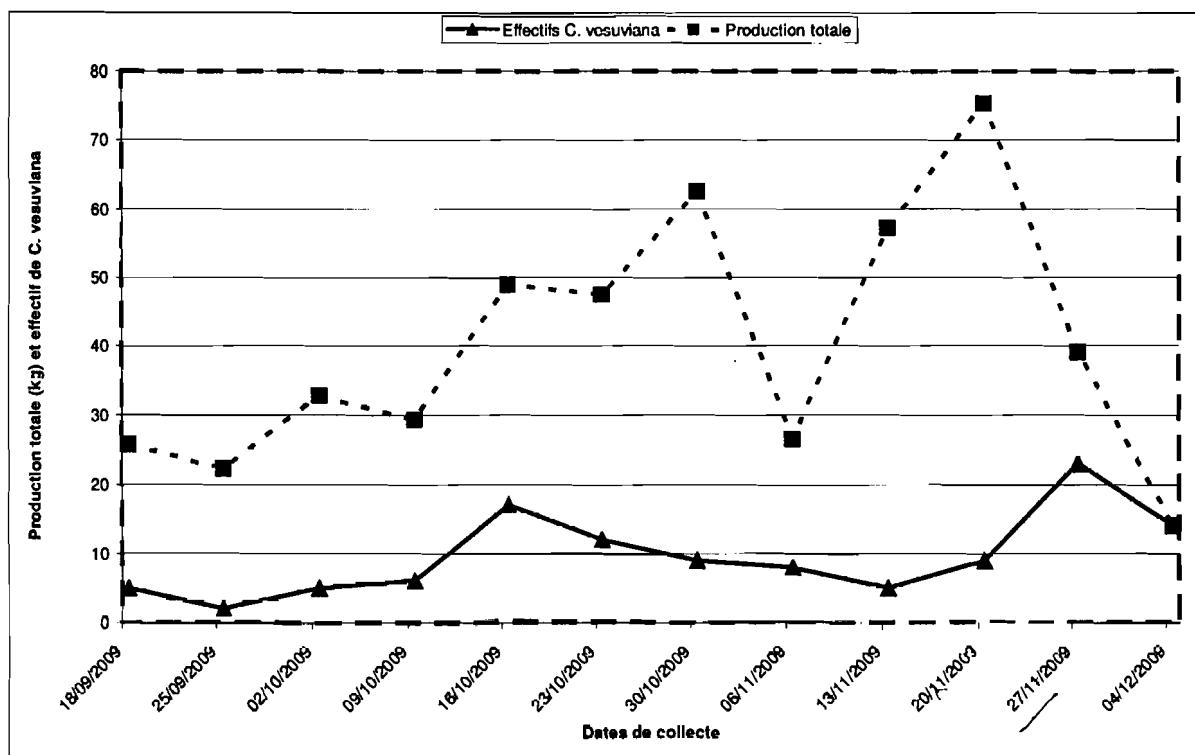


Figure 2 : Evolution de la production fruitière et du niveau de la population de *C.vesuviana* au cours de la période d'étude

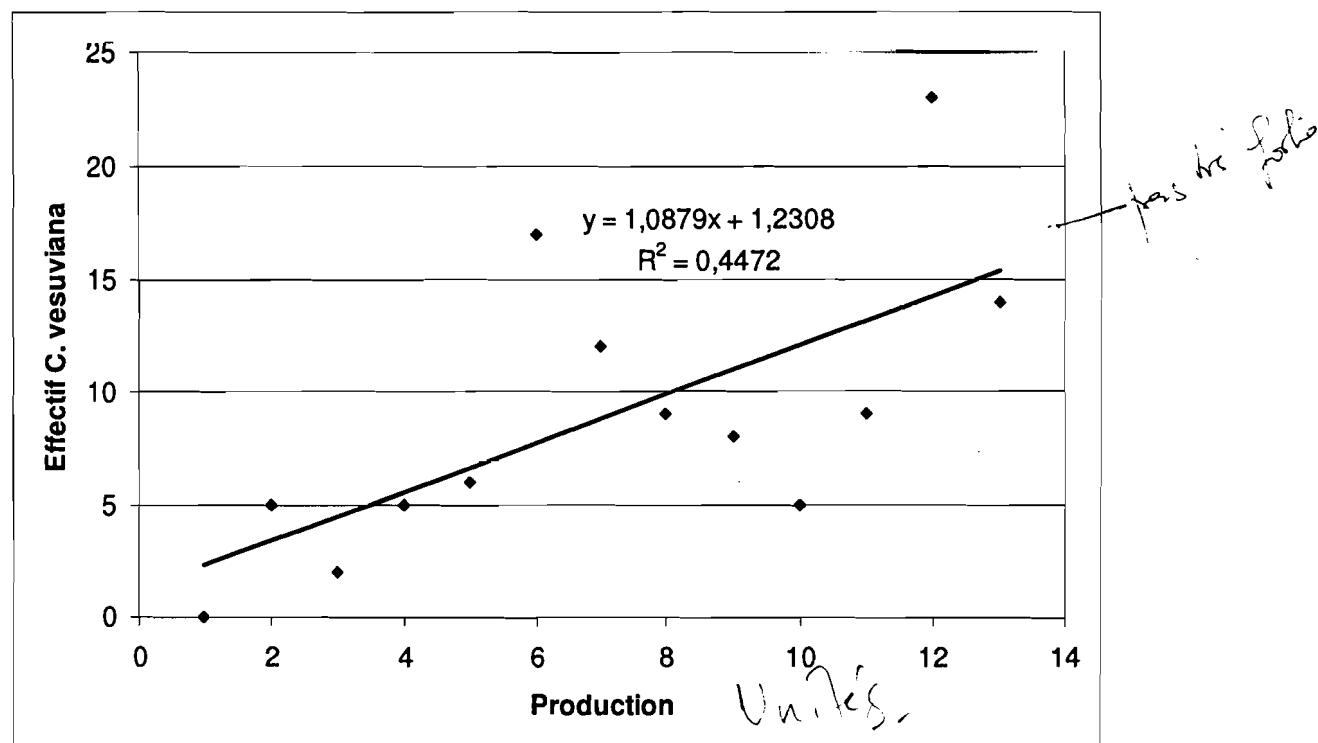


Figure 3 : Evolution de la population de *C. vesuviana* en fonction de la production fruitière

Efficacité

4. Test des attractifs naturels dans la capture des mouches des fruits

Le tableau IV présente les différentes espèces d'insectes capturées dans les pièges artisanaux utilisant des attractifs naturels. Il ressort de ce tableau que seule la bière de banane permet de capturer la mouche des fruits du genre *Bactrocera* (*B. invadens*). Cependant la noctuelle a été capturée par trois types d'attractifs qui sont le mélange bière et banane, les fruits en putréfaction et le lait. Il faut noter toutefois que d'autres Diptères et insectes phytophages ont été également capturés dans ces pièges.

Tableau IV : Insectes capturés avec appâts naturels et pièges artisanaux

Appâts naturels utilisés	insectes capturés
Bouse da vache+ sang	<i>Musca domestica</i> Pentatomidae ?
Fruits en putréfaction	<i>Polybaphes aquinoctialis</i> <i>Pachnoda cordata</i> <i>Agrostis</i> sp. (Noctuidae)
Viande faisandée	<i>Musca domestica</i>
	<i>Polybaphes aquinoctialis</i> <i>Pachnoda cordata</i> <i>Agrostis</i> sp. (Noctuidae) <i>Musca domestica</i>
Bière de banane	<i>Bactrocera invadens</i>
Haricot	<i>Musca domestica</i> Pentatomidae Autres Diptères
Lait	<i>Agrostis</i> sp. (Noctuidae) <i>Musca domestica</i>

V. DISCUSSION

L'espèce *C. vesuviana* s'est révélée majoritaire parmi les mouches des fruits présentes dans la parcelle d'étude. Pourtant les inventaires des Tephritidae sur différents fruitiers en Afrique de l'Ouest incluant notre zone d'étude avaient mis en évidence surtout la présence des genres *Bactrocera*, *Ceratitis* et *Dacus* (Vayssières et al, 2003 ; Umeh et Garcia, 2008 ; Stonehouse et al, 2008 ; N'Depo et al, 2009). Ces auteurs avaient également montré la dominance du genre *Ceratitis* avant l'apparition de l'espèce invasive *Bactrocera invadens* devenue par la suite dominante sur la majeure partie des fruitiers. Dans notre parcelle d'étude sa présence supérieure à celle de *Ceratitis* confirme ces travaux. N'Depo et al (2009) ont fait la même observation dans les localités agro-écologiques de la Côte d'Ivoire où ils ont trouvé des forts pourcentages de *Bactrocera* à Azaguié (85%) Abidjan (99,90%) et à Yamoussokro (95,40%). Cette dominance s'explique par le fait que les nouveaux ravageurs plus compétitifs que les premiers obligent ceux-ci à choisir d'autres plantes hôtes. Il s'agirait alors d'une stratégie d'exploitation des ressources présentes dans le milieu dont la fonction adaptative est de diminuer la compétition. C'est ce que Stonehouse et al (2008) ont appelé le déplacement des ravageurs autochtones de leur gamme de plantes hôtes et de leur aire d'extension géographique. Ceci a été observé à l'île de La Réunion sur les agrumes où l'espèce autochtone *Ceratitis catoirii* a été déplacée par une succession d'arrivée de *Ceratitis capitata*, *Ceratitis rosa* et *Bactrocera zonata* devenue dominante sur les plantes hôtes majeures précédemment colonisées par les deux premières espèces de *Ceratitis*. Cet état de fait a également été signalé par la DPV et le COLEACP (2007) au Sénégal qui notent un probable déplacement de *Ceratitis cosyra* et de toutes les autres espèces de cératites suite à une compétition interspécifique avec *Bactrocera invadens*. Dans la zone des Hauts Bassins du Burkina Faso (Bobo-Dioulasso), les études antérieures n'avaient pas révélé la présence de *C. vesuviana* dans les collections de mouches des fruits. Sa forte présence dans notre parcelle d'étude est liée à la présence de l'espèce *Z. mauritiana*. Ainsi on pense que cette nouvelle espèce est inféodée au genre *Ziziphus*. De nombreux auteurs l'ont décrite comme une espèce monophage (Vincenot et al, 2005 ; Sookar et al, 2010) dont l'hôte spécifique est *Z. mauritiana*. Deux hypothèses peuvent être émises sur sa présence au Burkina : (i) l'introduction des variétés indiennes ; (ii) elle existait uniquement sur la variété locale sur laquelle elle était inféodée avant l'introduction des variétés indiennes.

Les autres espèces des genres *Bactrocera*, *Ceratitis* et *Dacus* généralement polyphages sont présentes sur une large gamme de plantes hôtes (Vayssières et al. 2008). Ainsi, *B. invadens*

est particulièrement abondante sur les espèces fruitières cultivées en Afrique de l'Ouest telles que *Mangifera indica*, *Psidium guajava*, *Citrus spp*, *Carica papaya*, *Irvingia gabonensis*, *Persea americana*, *Chrysophyllum albidum*, *Terminalia catappa* et des espèces agroforestières telles que *Sclerocarya birrea*, *Vitellaria paradoxa*. La mouche du melon *B. cucurbitae* quant à elle, s'attaque en Afrique de l'Ouest principalement au mangue, papayer et à la tomate (Stonehouse et al, 2008). Elle est particulièrement redoutable sur les Cucurbitaceae (melon, pastèque, concombre, courge, courgette, etc.). Leur présence assez importante dans la zone d'étude pourrait alors s'expliquer par leurs caractères polyphages. Ainsi, deux hypothèses peuvent expliquer la faible présence du genre *Ceratitis* malgré sa diversité spécifique élevée : (i) l'absence de plantes hôtes ; (ii) leur faible compétitivité par rapport aux autres mouches des fruits. De toute évidence il ressort que hormis *C. vesuviana* la plupart des mouches des fruits sont polyphages. Il en découle alors que les ravageurs s'établissent dans une relation d'évitement. Ceci a pour conséquence de rendre la lutte contre les ravageurs difficile.

La fluctuation des populations de *C. vesuviana*, *B. invadens* et *B. cucurbitae* montre une augmentation du niveau des populations de toutes ces espèces à des périodes identiques (du 9 au 30 octobre 2009 et du 20 novembre au 11 décembre 2009). Si cette périodicité d'émergence se confirme, ceci serait un indicateur important pour déclencher des interventions ponctuelles de lutte. Ces pullulations périodiques pourraient être liées à certains facteurs climatiques tels que la température, l'humidité relative de l'air et la pluviométrie. Ouédraogo (2007), note en effet qu'une augmentation de l'humidité relative de l'air entraînait une augmentation des attaques des mouches des fruits sur la mangue et inversement. Une corrélation négative entre la température et le taux d'attaque a aussi été mise en évidence par le même auteur. Selon Fletcher (1987), ces facteurs climatiques ont un effet direct sur les fluctuations des populations des mouches des fruits qui se traduisent soit par une augmentation soit par une diminution des taux d'attaque. En outre, une relation entre la pullulation de *B. invadens* et la pluviométrie a été mise en évidence par la DPV et le COLEACP (2007) dans des vergers de manguiers au Sénégal. Selon cette étude, le déroulement de la saison des pluies a une influence sur la dynamique de *B. invadens*.

Les deux ravageurs des fruits des cultivars indiens de jujubiers mis en évidence dans la parcelle d'étude sont *C. vesuviana* de la famille des Tephritidae et *Agrotis sp* de la famille des Noctuidae. Il faut toutefois noter que si *C. vesuviana* responsable de 84% des attaques constitue le principal ravageur des fruits des jujubiers indiens il n'en demeure pas moins que

C'est fini ?

les attaques dues aux noctuelles occasionnent également des pertes assez importantes de fruits commercialisables. Cependant, il faut souligner que les larves de ces deux espèces ne réalisent pas la même niche écologique étant donné que les fruits infestés par *Agrotis sp.* (Noctuidae) ne le sont pas par *C. vesuviana* (Tephritidae). Selon Prokopy (1977) et Descoings (2007), certaines femelles de Tephritidae déposent une phéromone anti-oviposition répulsive après la ponte qui permet d'empêcher l'utilisation du même site de ponte par une autre espèce de Tephritidae ou tout autre espèce d'insecte accomplissant son cycle sur les fruits. Si l'on convient avec les études qui font cas de la spéciation des ravageurs sur leurs hôtes il est fort probable que la spéciation du genre *Carpomya* sur le jujubier entraînerait une coévolution. Ceci lui permettra alors de s'adapter face aux mécanismes de défense adoptés par la plante hôte. Pourtant une telle situation est difficilement envisageable pour deux raisons essentielles: (i) le jujubier est l'hôte de plusieurs autres ravageurs donc les pressions de sélection dues à *C. vesuviana* peuvent s'avérer faible pour entraîner une coévolution ; (ii) La spéciation du ravageur peut être temporaire suite à une inversion dans la dominance des autres espèces de mouches des fruits ou suite à l'arrivée d'un nouveau ravageur selon l'hypothèse de Stonehouse et al (2008) qui vont l'obliger à diversifier ses sites de pontes. En effet, préalablement signalée au niveau de la variété locale, elle n'a été observée sur les cultivars indiens introduits au Burkina Faso qu'après deux années de culture (Diallo com. Pers.). Cette spéciation du ravageur sur son hôte va nécessiter des mécanismes d'adaptation avec des implications génétiques dans le déterminisme du choix et de l'adaptation sur l'hôte.

Le suivi de la production fruitière et de l'évolution de la population de *C. vesuviana* a montré qu'il existe une corrélation positive entre la quantité de production fruitière et l'effectif de la population du ravageur. L'augmentation de la production fruitière s'accompagne alors d'une pullulation de la population de *C. vesuviana*. Cela peut s'expliquer par le fait que la disponibilité de la ressource entraîne une réduction de la compétition intra spécifique et par conséquent une pullulation du ravageur dans la parcelle. Cette situation est responsable de l'augmentation des taux d'attaque signalée par Tankoano (2008). En effet Batman (1972) puis Fletcher et Kapatos (1981) avaient lié la mobilité des ravageurs à l'abondance de la ressource. Cependant, cette abondance de la ressource (fruit) favorise également une diversification des sites de pontes qui diminue la compétition intra spécifique dans la réalisation de la niche larvaire. Ceci aurait alors pour conséquence une forte attraction du ravageur sur la parcelle entraînant par là une augmentation de fruits attaqués. Derrière cette opportunité de diversification des sites de ponte, se cache l'instinct de survie chez les Tephritidae qui

consiste à caler leur cycle d'émergence sur l'abondance de la ressource afin de réduire non seulement la compétition intra larvaire mais aussi d'échapper aux insectes prédateurs.

Parmi les attractifs naturels testés, seule la combinaison bière locale (dolo) et banane a permis la capture de la mouche des fruits du genre *Bactrocera* (*B. invadens*). Le torula qui est à ce jour l'un des meilleurs attractifs testés parmi une dizaine au Bénin (Vayssières et Sinzogan, 2008) est une levure inactive très riche en protéines. C'est cette caractéristique qui fait de lui un très bon attractif des mouches des fruits. Deux hypothèses peuvent expliquer la faible efficacité des attractifs naturels sur les mouches des fruits : (i) le déséquilibre en protéines animale et végétale qu'ils renferment; (ii) l'absence d'insecticide dans les pièges artisanaux. La présence de *B invadens* relevée dans les pièges avec attractif (dolo+banane) pourrait s'expliquer par la présence d'une certaine quantité de la levure du dolo qui est également reconnu être très riche en protéines

VI. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ce travail qui s'inscrit dans le cadre global de mise en place d'une stratégie de lutte durable et respectueuse de l'environnement a permis d'avoir des informations sur la faune de mouches des fruits présentes dans la zone d'étude. L'espèce *C. vesuviana*, seule Tephritidae qui cause 84% des dégâts sur les fruits, n'est cependant pas le seul ravageur des cultivars indiens de jujubiers introduits au Burkina Faso. Une attention particulière doit en effet être portée sur *Agrostis sp* une espèce de la famille des Noctuidae responsable de 16% des dommages. L'élaboration des calendriers d'intervention de lutte contre le principal ravageur (*C. vesuviana*) peut tenir compte des périodes de forte production fruitière car une corrélation positive a été mise en évidence entre la production fruitière totale de la parcelle d'étude et l'effectif du ravageur. Néanmoins le piégeage de détection demeure nécessaire pour le suivi des fluctuations de la population du ravageur dans les plantations afin de pouvoir prévoir le déclenchement d'interventions de lutte au moment optimal. Pour ce faire, la levure de dolo, riche en protéines, pourrait être un substitut aux attractifs chimiques coûteux et hors de porté des producteurs moyens.

A l'issue de cette étude, plusieurs axes de recherches semblent se dégager. Il s'agit entre autres de :

➤Évaluer l'importance des dégâts occasionnés par le ravageur (*C. vesuviana*) sur tous les cultivars indiens introduits au Burkina Faso ainsi que sur la variété locale et cela en tenant compte du gradient climatique nord-sud. La collecte d'échantillon de fruits par parcelle homogène permettra d'évaluer l'importance des pertes par variété et par zone climatique. Le suivi des attaques et de la population du ravageur dans les différentes plantations permettront dans cette étude de préciser le seuil de nuisibilité économique de l'espèce pour chaque cultivar. Dans la même dynamique, des essais en champs paysan pourront être mis en place afin d'évaluer l'impact du milieu naturel sur le taux d'attaque des fruits.

➤Effectuer une étude diagnostic afin d'identifier tous les ravageurs inféodés aux fruits des jujubiers indiens introduits au Burkina Faso. Elle se fera d'abord par l'observation des différents types d'attaques sur les fruits de tous les cultivars. Des échantillons de fruits seront incubés par la suite afin de déterminer les insectes adultes qui y émergeront.

➤Etudier la bioécologie des deux ravageurs déjà identifiés. Des expériences de laboratoire ainsi que des observations en plein champ seront effectuées à cet effet afin d'étudier la biologie de chaque espèce.

➤Identifier dans les conditions du Burkina Faso, non seulement des facteurs permettant de réduire la population de ces ravageurs (ennemis naturels, facteurs abiotiques, etc.), mais aussi les facteurs qui favorisent les attaques des fruits par ces ravageurs (pratiques culturelles des producteurs, présence de plantes hôtes alternatives, etc.).

➤Rechercher des méthodes de lutte appropriées contre les ravageurs des fruits des jujubiers indiens. Il sera question dans cette étude de l'évaluation de l'utilisation des ennemis naturels identifiés (prédateurs, parasitoïdes, entomopathogènes) dans la lutte contre les ravageurs. Certains produits chimiques homologués tels que le « Success-Appat » pourront aussi être testé dans la lutte contre la mouche des fruits des cultivars indiens de jujubiers introduits au Burkina Faso (*C. vesuviana*).

➤Poursuivre la recherche des meilleurs attractifs naturels de mouches des fruits respectueux de l'environnement axée sur *C. vesuviana*.

REFERENCES

- Amice R, Ales F.,** 1997. Fruit fly fauna in New Caledonia. Pp. 68-76 in: Allwood, A.J., Drew, R.A.I. 1997. Management of fruit flies in the Pacific. ACIAR Proceedings No. 76. 267p.
- Bagle B G.,** 1992. Incidence and control of fruit fly, *Carpomyia vesuviana* Costa of ber, *Zizyphus mauritiana* Lank. Ind. J. Pl. Protect., 20(2): 205-207.
- Barbosa P, Wagner M R.,** 1989. Introduction to forest and shade tree insects. Academic Press. San Diego, California. 639 p
- Barbu C.,** 2006. Ecologie chimique des systèmes prédateurs-proies chez les arthropodes et utilisations possibles d'*Aleochara bilineata* pour une lutte biologique contre *Delia radicum*. Master 2 Biologie moléculaire et cellulaire, Ecole normale supérieure de Lyon, Département des sciences de la vie et de la terre. 12 p.
- Bateman M A.,** 1972. The ecology of fruit flies. *Ann. Rev. Entomol.* 17:493-518.
- Bauce E, Carisey N, Dupont A.,** 2001. Implication des relations plante-insecte dans la lutte contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, 5 p.
- Brévault T.,** 1999. Mécanismes de localisation de l'hôte chez la mouche de la tomate, *Neoceratitis cyanescens* (Bezzi) (Diptera : Tephritidae). Thèse de doctorat, Biologie de l'évolution et écologie, Montpellier, ENSA. 139 p.
- Briese D T, Sheppard A W.,** 1992. Biogeography, host choice and speciation in two Mediterranean species of the weevil genus *Larinus* in proceeding of the 6th international conference on Mediterranean climate ecosystems Malene, crete (Greece) sept. pp: 23-27.
- Carrière Y, Roitberg B D.,** 1995. Evolution of host selection behaviour in insect herbivores: genetic variation and covariation in host acceptance between population of *Choristoneura rosaceana* (Family: Tortricidae), the obliquebanded leafroller. Heridity. 74:357-368.
- Christenson L D, Foote R H.,** 1960. Biology of fruit flies. *Ann. Rev. Entomol.* 5:171-92.
- CIRAD,** 2000. Rapport de mission au Mali sur le complexe des mouches des fruits (Diptera-Tephritidae) inféodées au manguiier. 42p.
- CIRAD,** 2009. Les mouches des fruits du manguiier: site web : <http://www/mouche de fruit/mouchefruit.php.html>
- Danthu P, Soloviev P, Totte A., Tine E, Ayesson N C, Gaye A, Niang T D, Seck M, Fall M.,** 2002. Caractères physico-chimique et organoleptique comparés des jujubes sauvages et des fruits de la variété Gola introduite au Sénégal. *Fruits*, 57 (3).

- Dao M C E.,** 1993. Contribution à l'amélioration génétique d'un fruitier sauvage à usages multiples : *Ziziphus mauritiana* Lam. Mémoire de fin d'étude, Institut du Développement Rural, Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 63p.
- Dao M C E.,** 2002. Biologie de la reproduction sexuée de *Ziziphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae). DEA, Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 58p.
- De Meyer M.,** 2008. Africa Museum : Un site sur les mouches des fruits invasives en Afrique. COLEACP, CIRAD, lettre d'information n°8 sur la lutte régionale contre les mouches des fruits et légumes en Afrique de l'Ouest, 4 p.
- Delvare G et Aberlenc H P.,** 1989. Ordre Diptera. In : Delvare G. et Aberlenc H.P. Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale ; clés pour la reconnaissance des familles ; 229-263. Prifas-CIRAD, Montpellier, France.
- Descoins C.,** 2007. Introduction à l'écologie chimique. DAA Protection des Plantes et Environnement. 42p.
- Diallo B O.,** 2001. Biologie de la reproduction et Evaluation de la diversité génétique chez une légumineuse : *Tamarindus indica* L. (Caesalpinoïdæ). Thèse Université Montpellier II. Science et Technique du Languedoc. 119p.
- Dicke M, et Van Loon J J A.,** 2000. "Multitrophic effects of herbivore-induced plant volatiles in an evolutionary context." *Entomol.Exp. Appl* 97.3: 237-249.
- Dicke M.,** 1999. "Are herbivore-induced plant volatiles reliable indicators of herbivore identity to foraging carnivorous arthropods?" *Entomol.Exp. Appl* 91.1: 131-142.
- DPV et COLEACP.** 2007. Suivi des populations des mouches des fruits et démonstration d'un dispositif de lutte intégrée dans les vergers de manguiers. 12 p.
- Farrar N, Mohammad M Golestaneh S R.,** 2003. Biology of the ber fruitfly, *Carpomya vesuviana* (Dip.: Tephritidae) and identification of natural enemies in Bushehr province. Iranian Journal of Forest and Range Protection Research. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran. 1: (1) 1-23
- Fay H A C, Meats A.,** 1983. The influence of age, ambient temperature, thermal history and mating history on mating frequency in males of the Queensland fruit fly, *Dacus tryoni*. In The Biology of Dacine fruit flies. *Ann. Rev. Entomol.* 32:115-44.
- Ferry A,** 2007. Ecologie chimique appliquée à la lutte contre *Delia radicum*, la mouche du chou. Thèse, Université de Rennes 1, Ecole doctorale, Sciences de la vie et de l'environnement, 149 p.
- Fletcher B S, Kapatos E T.,** 1981. Dispersal of the olive fly, *Dacus oleae*, during the summer period on Corfu. *Entomol.Exp. Appl.* 29:1-8.

- Fletcher B S.,** 1987. The biology of Dacine fruit flies. CSIRO, Division of entomology, 55 Hastings Road, Warrawee, New South Wales 2074, Australia.
- Fontès J. Guinko S.,** 1995. Carte de la végétation et d'occupation du sol du Burkina Faso. Notice explicative. Ministère de la coopération française, Projet Campus, Toulouse, France, 67p.
- Hance T.,** 2001. Principes et méthodes de lutte biologique et intégrée. Centre de recherche sur la biodiversité, unité d'écologie et de biogéographie, 63 p.
- Jolivet P.,** 1992. Insects and plants: Parallel evolution and adaptations. Flora and Fauna handbooks, Sanhill crane press, Gainesville, Florida. 190 p.
- Koné B, Kalinganire A, et Doumbia M.,** 2009. La culture du jujubier : un manuel pour l'horticulteur sahélien. Manuel technique n°10, World Agroforestry Center. 48p.
- Macfarlane J R, East R W, Drew R A I, Betlinski G A.,** 1986. The dispersal of irradiated Queensland fruit fly *Dacus tryoni* (Froggatt) (Diptera: Tephritidae) in south-eastern Australia. *Aust. J. Zool.* In press.
- Miyahara Y, Kawai A.,** 1979. Move-mere of sterilized melon fly from Kume Is. to the Amani Islands. *Appl. Entomol.Zool.* 14:496-97.
- N'Dépo O. R, Hala N, Allou K, Koussi K P, Vayssières J F et De Meyer M.,** 2009. Abondance des mouches des fruits dans les zones de production fruitières de Côte d'Ivoire : dynamique des populations de *Bactrocera invadens* (Diptera : Tephritidae). CIRAD, EDP Sciences, *Fruits* 64 : 313-324.
- Ndiaye M, et Dabo M,** 2007. Guide pratique de lutte contre les mouches des fruits dans les vergers de mangues au Sénégal. USAID, DPV. 30p.
- Noussourou M. et Diarra B.,** 1995. Mouches des fruits au Mali : Bioécologie et possibilités de lutte intégrée. Sahel IPM n°6. p 2-13.
- Ouedraogo S J, Ky/Dembele C, Bationo B A, Guissou T, Kaboré A, Nandweogo F et Sawadogo A.,** 2002. Faisons connaissance avec le jujubier amélioré. Fiche technique n°7, Foresterie/INERA-DPF/CNRST, Ouagadougou, Burkina Faso. 3p.
- Ouédraogo S N.,** 2007., Etude des attaques des mouches des fruits (Diptera : Tephritidae) sur la mangue dans la province du Kénédougou (Ouest du Burkina Faso). Mémoire de DEA, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, 58 p.
- Prokopy R J.,** 1977. Epideictic pheromones that influence spacing patterns of phytophagous insects. In *Semiochemicals:Their Role in Pest Control*, ed. D.A. Nordlund, R. L. Jones, W. J. Lewis 10:181-218. New York: Wiley. 306 pp.

- Reddy G V P, Holopainen J K & Guerrero A.**, 2002. "Olfactory Responses of *Plutella xylostella* Natural Enemies to Host Pheromone, Larval Frass, and Green Leaf Cabbage Volatiles". *Journal of Chemical Ecology* 28.1: 131-143.
- Ryckewaert P., Deguine J P., Brevault T., Vayssieres J F.**, 2010. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) on vegetable crops in Reunion Island (Indian Ocean): state of knowledge, control methods and prospects for management., vol. 65, n°2, pp. 113-130
- Sheppard A W., Briese D T, Michalakis** 1992. Host choice in the field in the genus *Larinus* (col. Curculionidae) attracting *Onopordium* and *Cynara* (Asteraceae). International symposium on biological control of weeds. Mulhouse 2-7 February 1992.
- Sissoko P.**, 2002. Etude diagnostique des circuits de commercialisation des produits du jujubier dans la zone sahélienne du Mali: cas de l'arrondissement de Kayes. ESPGRN/Sotuba, IER, Mali. 7p.
- Sookar P, Permalloo S, Alleck M, Seewooruthun S I.**, 2010. Development of improved attractants and their integration into fruit fly management programmes. Fruit Flies of Economic Importance: From Basic to Applied Knowledge Proceedings of the 7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance 10-15 September 2006, Salvador, Brazil pp. 71-79
- Stonehouse J, Ritchie M, Paqui T, Ndiaye M, Tchibozo S, Dabiré R, Jobe L, Billah M.**, 2008. Etude de dimensionnement des dommages infligés à la production fruitière d'Afrique de l'Ouest par les mouches des fruits et plan d'action pour une réponse coordonnée au niveau régional, rapport final, 70 p.
- Strong D R, Lawton J H, Southwood R.**, 1984. *Insects on plants. Community patterns and mechanisms*. Blackwell Sc. Publ., Oxford, pp313.
- Syed R A.**, 1969. Studies on the ecology of some important species of fruit flies and their natural enemies in West Pakistan. *Pak. Commonw. Inst. Biol. Control Stn. Rep., Rawalpindi. FarnhamRoyal, Slough, UK: Commonw. Agric.Bur.* 12 pp.
- Symondson W O C, Sunderland K D., Greenstone M H.**, 2002. "Can generalist predators be effective biocontrol agent?". *Ann. Rev. Entomol* 47: 561-594.
- Tankoano M P.**, 2008. Etude de l'entomofaune et des productions fruitières chez trois variétés indiennes de *Ziziphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae) introduites au Burkina Faso. Mémoire de fin d'étude, Institut du Développement Rural, Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 79p.

- Umeh V, Garcia L.**, 2008. Monitoring and managing *Ceratitis spp.* complex of sweet orange varieties using locally made protein bait of brewery waste. EDP Sciences, Les Ulis, France 1978, *Fruits* 63: 209-217.
- Vayssières J F et Sinzogan A.**, 2008. Piégeage de détection des mouches des fruits. IITA, CIRAD, Fiche technique n°3, 4 p.
- Vayssières J F et Sinzogan A.**, 2008. Utilisation du « Success Appat » (GF-120 Fruit Fly Bait) contre les mouches des fruits. IITA, CIRAD, Fiche technique n°4, 4 p.
- Vayssières J F, Sanogo F, Noussourou M.**, 2003. Inventaire des espèces de mouches des fruits (Diptera : Tephritidae) inféodées au manguier au Mali et essais de lutte raisonnée. CIRAD, EDP Sciences, *Fruits* 59: 3-16.
- Vayssières J F, Sinzogan A, Adandonon A.**, 2009. Principales méthodes de lutte intégrée contre les mouches des fruits en Afrique de l'Ouest. IITA, CIRAD, fiche technique n°6, 4 p.
- Vayssières J F, Sinzogan A, Bokonon-Ganta A.**, 2008. La nouvelle espèce invasive de mouches des fruits : *Bactrocera invadens* Drew Tsuruta & White. IITA, CIRAD, Fiche technique n°2. 4p.
- Vayssières J F.**, 2007. L'IITA dans la lutte contre les mouches des fruits du manguier in « La lutte régionale contre les mouches des fruits et légumes en Afrique de l'Ouest. COLEACP, CIRAD, lettre d'information n°1. 4p.
- Vet L E M et Dicke M.**, 1992 "Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophiccontext". *Ann. Rev. Entomol* 37: 141-172.
- Vincenot D, Quilici S, Jeuffraut E, Rolet A.**, 2005. Les mouches des fruits. http://www.prpv.org/index.php/fr/protection_des_cultures/fiches_maladies_et_ravageurs_par_culture/cultures_fruitieres/les_mouches_des_fruits
- Von Maydell H J V.**, 1983. Arbres et arbustes du Sahel : leurs caractéristiques et leurs utilisations. G.T.Z, Eschborn. 531p.
- White I M, Elson-Harris M.**, 1992. Fruit flies of significance: Their identification and bionomics, *Fruits* 55: 259-270.

ANNEXES

Annexe 1 : Carte des parcelles expérimentales de *Z. mauritiana* et de *A. digitata*



Annexe 2 : Pièges utilisés pour la capture des mouches des fruits



Piège liquide avec Torula



Piège à sec avec Terpinyl acétate



Piège confectionné à base de bidon d'eau lafi

Annexe 3 : Matériel d'incubation : a) Cage b) Pots pour les lots c) boîtes unitaires



a) cage d'incubation



b) Pots d'incubation en cage (incubation par lot)



c) Boîtes d'incubation en cage (incubation individuelle)