

TABLE DESS MATIERES

DEDICACES	I
REMERCIEMENTS.....	II
RESUME.....	III
ABSTRACT	IV
LISTES DES FIGURES	VIII
LISTE DES TABLEAUX.....	IX
LISTE DES PHOTOS, PLANCHES ET CARTES	X
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	3
 1. LE MANGUIER.....	3
1.1. TAXONOMIE, ORIGINE ET DISTRIBUTION.....	3
1.2. Caractéristiques botaniques du manguier	3
1.3. Le cycle de reproduction du manguier.....	4
1.4. Les vertus du manguier et de la mangue.....	4
1.5. Le manguier au Sénégal	4
 2. LES MOUCHES DES FRUITS	5
2.1. BIOLOGIE DES MOUCHES DES FRUITS.....	5
2.1.1. Systématique	5
2.1.2. Cycle de vie	6
2.2. Ecologie des mouches des fruits	7
2.2.1. Origine et distribution	7
2.2.2. Facteurs écologiques influençant le développement des mouches des fruits.....	7
2.2.3. Ethologie	9
2.3. Incidences économiques	9

2.4. Les méthodes de lutte contre les mouches des fruits	9
--	---

CHAPITRE II. MATERIELS ET METHODES 10

1. Matériels	10
1.1. Présentation des zones et des sites d'étude	10
1.2. Le matériel de capture.....	13
1.3. Autres matériels	13
2. Méthodes.....	14
2.1. Caractérisation des vergers	14
2.2. Description des principales variétés de manguiers présentes dans les vergers.....	14
2.3. Description de l'environnement des vergers.....	15
2.4. Piégeage des mouches des fruits	15
2.5. Diversité des mouches des fruits.....	16
2.6. Dynamique de la population des mouches des fruits.....	16
2.7. Analyse statistique des données.....	16

CHAPITRE III. RESULTATS 17

1. Caractéristiques des vergers.....	17
1.1. La zone Centre	17
1.1.1. Caractéristiques des principales variétés de manguiers présentes dans les vergers de la zone.....	17
1.1.2. Caractéristiques de l'environnement des vergers de la zone.....	19
1.2. La zone des Niayes	20
1.2.1. Caractéristiques des principales variétés de manguiers présentes dans les vergers....	20
1.2.2. Caractéristiques de l'environnement des vergers de la zone des Niayes	22
1.3. La zone Casamance.....	23
1.3.1. Caractéristiques des principales variétés de manguiers présentes dans les vergers	23
1.3.2. Caractéristiques de l'environnement des vergers de la zone.....	25
2. Composition spécifique et abondance des mouches.....	26
2.1. Composition spécifique et abondance des mouches pour toutes zones confondues.....	26
2.2. Composition spécifique et abondance des mouches dans les vergers de la zone Centre.....	26

2.3. Composition spécifique et abondance des mouches dans les vergers de la zone des Niayes.....	28
2.4. Composition spécifique et abondance des mouches dans les vergers de la zone Casamance.....	29
3. Dynamique des mouches des fruits	30
3.1. Dynamique des mouches à l'échelle de la zone.....	30
3.1.1. Dynamique de <i>Bactrocera dorsalis</i>	30
3.1.2. Dynamique de <i>Ceratitis cosyra</i>	31
3.1.3. Dynamique de <i>Ceratitis capitata</i>	32
3.1.4. Dynamique de <i>Ceratitis silvestrii</i>	33
3.2. Dynamique des mouches à l'échelle du verger.....	35
3.2.1. Dynamique des mouches dans les vergers de la zone Centre	35
3.2.1.1. Dynamique de <i>Bactrocera dorsalis</i>	35
3.2.1.2. Dynamique de <i>Ceratitis cosyra</i>	36
3.2.1.3. Dynamique de <i>Ceratitis capitata</i>	37
3.2.1.4. Dynamique de <i>Ceratitis silvestrii</i>	38
3.2.2. Dynamique des mouches dans les vergers de la zone des Niayes	40
3.2.2.1. Dynamique de <i>Bactrocera dorsalis</i>	40
3.2.2.2. Dynamique de <i>Ceratitis cosyra</i>	41
3.2.2.3. Dynamique de <i>Ceratitis capitata</i>	42
3.2.2.4. Dynamique de <i>Ceratitis silvestrii</i>	43
3.2.3. Dynamique des mouches dans les vergers de la zone Casamance.....	45
3.2.3.1. Dynamique de <i>Bactrocera dorsalis</i>	45
3.2.3.2. Dynamique de <i>Ceratitis cosyra</i>	46
3.2.3.3. Dynamique de <i>Ceratitis capitata</i>	47
3.2.3.4. Dynamique de <i>Ceratitis silvestrii</i>	48
DISCUSSION	49
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	52
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	53
ANNEXE.....	58

LISTES DES FIGURES

Figure 1. Cycle de vie des mouches des fruits (D'après SciDev.Net)	7
Figure 2. Abondance relative des espèces de mouches pour toutes zones confondues	26
Figure 3. Abondance relative des espèces de mouches capturées dans les 5 vergers confondus de la zone Centre.	27
Figure 4. Abondance relative des espèces de mouches capturées dans les 5 vergers confondus de la zone des Niayes	28
Figure 5. Abondance relative des espèces de mouches capturées dans les 5 vergers confondus de la zone Casamance	29
Figure 6. Fluctuation de <i>Bactrocera dorsalis</i> dans les Niayes, le Centre et la Casamance.	31
Figure 7. Fluctuation de <i>Ceratitis cosyra</i> dans les Niayes, le Centre et la Casamance.	32
Figure 8. Fluctuation de <i>Ceratitis capitata</i> dans les Niayes, le Centre et la Casamance.	33
Figure 9. Fluctuation de <i>Ceratitis silvestrii</i> dans les Niayes, le Centre et la Casamance	34
Figure 10. Fluctuation de <i>B.dorsalis</i> dans les vergers de la zone Centre.....	36
Figure 11. Fluctuation de <i>Ceratitis cosyra</i> dans les vergers de la zone Centre.	37
Figure 12. Fluctuation de <i>Ceratitis capitata</i> dans les vergers de la zone Centre.	38
Figure 13. Fluctuation de <i>Ceratitis silvestrii</i> dans les vergers de la zone Centre.	39
Figure 14. Fluctuation de <i>B.dorsalis</i> dans les vergers de la zone des Niayes	41
Figure 15. Fluctuation de <i>C. cosyra</i> dans les vergers de la zone des Niayes	42
Figure 16. Fluctuation de <i>C. capitata</i> dans les vergers de la zone des Niayes	43
Figure 17. Fluctuation de <i>C. silvestrii</i> dans les vergers de la zone des Niayes	44
Figure 18. Fluctuation de <i>B.dorsalis</i> dans les vergers de la zone Casamance	46
Figure 19. Fluctuation de <i>C. cosyra</i> dans les vergers de la zone Casamance	47
Figure 20. Fluctuation de <i>C. capitata</i> dans les vergers de la zone Casamance.....	48
Figure 21. Fluctuation de <i>C. silvestrii</i> dans les vergers de la zone Casamance	48

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Localisation des vergers de surveillance	12
Tableau 2. Cycle de reproduction des variétés de manguiers dans la zone Centre.....	17
Tableau 3. Le poids moyen d'un fruit et le nombre moyen de fruits par arbre des variétés de manguiers les plus représentatives dans les vergers de la zone Centre.....	18
Tableau 4. Les plantes hôtes alternatifs et leurs densités par hectare dans la zone Centre.....	20
Tableau 5. Cycle de reproduction de la variété <i>kent</i> dans la zone des Niayes	21
Tableau 6. Le poids moyen d'un fruit et le nombre moyen de fruits par arbre des variétés de manguiers les plus représentatives dans les vergers de la zone des Niayes	21
Tableau 7. Les plantes hôtes alternatifs et leurs densités par hectare dans la zone des Niayes.	
.....	23
Tableau 8. Cycle de reproduction de la variété <i>kent</i> en casamance	24
Tableau 9. Le poids moyen d'un fruit et le nombre moyen de fruits par arbre des variétés de manguiers les plus représentatives dans les vergers de la zone Casamance.	24
Tableau 10. Les plantes hôtes alternatifs et leurs densités par hectare dans la zone Casamance.	
.....	25
Tableau 11. Abondance absolue des espèces de mouches pour toutes zones confondues.....	26
Tableau 12. Abondance absolue des espèces de mouches dans les vergers de la zone Centre.	
.....	27
Tableau 13. Abondance absolue des espèces de mouches dans les vergers de la zone des Niayes.	
.....	28
Tableau 14. Abondance absolue des espèces de mouches dans les vergers de la zone Casamance.....	29
Tableau 15. Moyennes mensuelles des captures de <i>Bactrocera dorsalis</i> à l'échelle de la zone	
.....	31
Tableau 16. Moyennes mensuelles des captures de <i>Ceratitis cosyra</i> à l'échelle de la zone....	32
Tableau 17. Moyennes mensuelles des captures de <i>Ceratitis capitata</i> à l'échelle de la zone	33
Tableau 18. Moyennes mensuelles des captures de <i>Ceratitis silvestrii</i> à l'échelle de la zone.	34
Tableau 19. Moyennes mensuelles des captures de <i>Bactrocera dorsalis</i> dans les vergers de la zone Centre.....	36
Tableau 20. Moyennes mensuelles des captures de <i>Ceratitis cosyra</i> dans les vergers de la zone Centre	37

Tableau 21. Moyennes mensuelles des captures de <i>Ceratitis capitata</i> dans les vergers de la zone Centre	38
Tableau 22. Moyennes mensuelles des captures de <i>Ceratitis silvestrii</i> dans les vergers de la zone Centre.....	39
Tableau 23. Moyennes mensuelles des captures de <i>Bactrocera dorsalis</i> dans les vergers de la zone des Niayes.....	40
Tableau 24. Moyennes mensuelles des captures de <i>Ceratitis cosyra</i> dans les vergers de la zone des Niayes.....	41
Tableau 25. Moyennes mensuelles des captures de <i>Ceratitis capitata</i> dans les vergers de la zone des Niayes.....	42
Tableau 26. Moyennes mensuelles des captures de <i>Ceratitis silvestrii</i> dans les vergers de la zone des Niayes.....	44
Tableau 27. Moyennes mensuelles des captures de <i>Bactrocera dorsalis</i> dans les vergers de la zone Casamance.	45
Tableau 28. Moyennes mensuelles des captures de <i>Ceratitis cosyra</i> dans les vergers de la zone Casamance.....	46
Tableau 29. Moyennes mensuelles des captures de <i>Ceratitis capitata</i> dans les vergers de la zone Casamance.	47

LISTE DES PHOTOS, PLANCHES ET CARTES

Planche 1. Présentation d'un manguier en âge de produire (A) avec, des feuilles (B), une inflorescence (C) et des fruits (D).	4
Photo1. <i>Bactrocera dorsalis</i> (D'après G. GOERGEN, IITA)	6
Carte : représentation des sites d'étude.	12
Planche 2. Les différents types de pièges utilisés pour la capture des mouches.....	13
Photo 2. Pesée de mangues	13

INTRODUCTION

La filière mangue occupe une place importante dans la lutte contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire au Sénégal. Dans les zones rurales, les mangues aident beaucoup les populations à couvrir une partie de leurs besoins alimentaires pendant les périodes de soudure (USDA, 2001 ; Konta *et al.*, 2015). La commercialisation des mangues sur le marché local et l'exportation, procure aux producteurs et aux acteurs intermédiaires de la filière, des revenus supplémentaires non négligeables (Ternoy *et al.*, 2006).

Malgré toute l'importance économique et sociale de la filière, elle reste confrontée à d'énormes contraintes phytosanitaires de diverses natures, qui perturbent et diminuent sa rentabilité (Ndiaye *et al.*, 2008). De ces contraintes, celles causées par les mouches des fruits, demeurent les plus astreignantes et les plus déstabilisantes de la filière. Les mouches des fruits causent des pertes économiques considérables sur la production de mangues. Elles sont de l'ordre de 30 à 50% dans les Niayes et 60% en Casamance (Ndiaye *et al.*, 2012). En raison de leur statut d'organismes de quarantaine, les mouches des fruits sont à l'origine d'interceptions et d'incinérations fréquentes de cargaisons de mangues en destination du marché européen (CTA, 2007 ; Pouillès-Duplaix, 2008 ; Gomina, 2015). Les espèces de *Tephritidae* les plus dommageables à la production et à la commercialisation de la mangue au Sénégal, sont *Bactrocera dorsalis*, qui est une espèce invasive, et *Ceratitis cosyra*, endémique (Huguenin, 2010).

Pour juguler cette contrainte, des études ont étaient déjà menées dans ce cadre. Parmi ces dernières, on peut citer celle de Badji (2010) qui portait sur le suivi de la composition spécifique et de la dynamique des populations des mouches des fruits dans la zone de Notto, région de Thiès au Sénégal. Dans le même sillage, le projet d'appui au plan national de lutte et de contrôle des mouches des fruits est mis sur place en vue d'harmoniser les stratégies de gestion des ravageurs au sein de l'espace communautaire. Dans le cadre de sa mise en œuvre, le Sénégal, à l'instar des autres pays bénéficiaires, a conçu un plan d'action allant d'octobre 2017 à août 2019. Il vise à réduire significativement les pertes de production dues aux dégâts causés par les mouches, à travers la mise au point de stratégies efficaces de lutte contre ces ravageurs. La mise en œuvre du projet a commencé avec l'installation d'un dispositif de surveillance des mouches dans quinze (15) vergers répartis dans trois zones que sont les Niayes , le Centre et la Casamance. Sur une période de 23 mois de suivi du dispositif, des données se rapportant à la diversité, à l'abondance et à la dynamique des mouches sont relevées.

L'objectif général de la présente étude est d'apporter une contribution au renforcement du système de surveillance permettant de générer des données indispensables pour une meilleure prise de décision dans le cadre de lutte contre ces insectes au Sénégal. Les objectifs spécifiques de l'étude sont de:

- caractériser l'environnement des vergers et des principales variétés de manguiers qui s'y trouvent;
- analyser l'abondance et la diversité des mouches capturées d'octobre 2017 à août 2019;
- analyser la dynamique mensuelle des principales espèces de mouches capturées durant l'année 2018.

Les hypothèses fondant les recherches sont:

- la dynamique des populations de mouches des fruits est variable selon les vergers et les zones ;
- le dispositif de capture des mouches mis en place dans les vergers est efficace et permet de disposer suffisamment de données au niveau national pour rendre fonctionnel le système d'analyse des données de surveillance.

CHAPITRE I. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Le mangouier

Après la banane, la pomme, le raisin et les agrumes , la mangue est le cinquième fruit le plus produit dans le monde (Persello, 2018). D'après la F.A.O, sur les 103 millions de tonnes de fruits produits en Afrique en 2017, les 8 millions sont des mangues (Loeillet, 2019). En Afrique de l'Ouest, la production annuelle de la mangue est environ 1,3 million de tonnes, soit près de 4% de la production mondiale (Rapport semaine de la mangue au Sénégal, 2016).

1.1. Taxonomie, origine et distribution

Le mangouier, scientifiquement appelé *Mangifera indica*, appartient au règne végétal, à l'embranchement des Spermaphytes, au sous embranchement des Angiospermes, à la classe des Dicotylédones, et à la famille des Anacardiacées. Le genre *Mangifera* renferme 69 espèces dont l'espèce *M. indica* qui est la plus cultivée (Persello, 2018). Le mangouier a ses origines en Asie méridionale (Inde et Birmanie). Ce fruitier a été domestiqué il y a environ 4000 ans. Il aurait été introduit en Afrique par des commerçants arabes au X^e siècle (Mukherjee & Litz, 2009 ; Persello, 2018). De l'Afrique, il est introduit en Amérique au XV^e siècle au moment de l'exploration par les Portugais, les Espagnols, les Anglais et les Français (Crane *et al.*, 2008; Persello, 2018). Le Brésil a reçu le mangouier de la part des portugais qui l'ont importé depuis leurs colonies d'Afriques que sont l'Angola et le Mozambique (Mukherjee & Litz, 2009 ; Persello, 2018). De nos jours, le mangouier est cultivé dans des contrées très diverses allant des zones tropicales aux zones subtropicales.

1.2. Caractéristiques botaniques du mangouier

Le mangouier est un grand arbre qui peut faire 30 m de hauteur et vivre plus de cent ans (Arbonnier, 2002). Le système racinaire est fait de racines pivotantes et de racines latérales horizontales qui fixent la plante au sol et puisent l'eau et les éléments minéraux. Les feuilles sont simples, terminales, luisantes, dessus et lisses avec des nervures secondaires parallèles. L'inflorescence est en panicule et peut être composée de mille fleurs environ : fleurs monandres (dans chaque fleur, on y trouve une seule étamine, ce qui permet à la plante de développer une stratégie pour assurer sa survie). Le fruit est une drupe, charnue et indéhiscente à graine unique. La forme, la couleur, la texture, le poids et le goût du fruit varient d'une variété à l'autre. Le noyau contient une graine unique qui peut être monoembryonnée ou polyembryonée



Planche 1. Présentation d'un manguier en âge de produire (A) avec, des feuilles (B), une inflorescence (C) et des fruits (D).

1.3. Le cycle de reproduction du manguier

Le cycle de reproduction du manguier a une durée de 18 mois et renferme 4 stades phénologiques à savoir : la croissance végétative, le repos végétatif, la floraison et la fructification. La croissance végétative est observée pendant les périodes chaudes et humides. La baisse de la température et de la pluviométrie entraîne un stress hydrique chez le manguier qui arrête par conséquent sa croissance : c'est la phase de repos végétatif. Ce changement climatique entraîne l'induction florale et la fructification s'en suit (Persello, 2015 ; Briandy, 2019).

1.4. Les vertus du manguier et de la mangue.

Les feuilles du manguier sont utilisées pour traiter le tétanos. Diurétique, elles sont également recommandées en cas de fièvres. L'écorce est utilisée pour soigner la dysenterie, la blennorragie, les rhumatismes, les hémorroïdes etc. (Barry & Bationo, 2014). Les fruits mûrs constituent une bonne source alimentaire. Les antioxydants et les phénols de la mangue sont connus pour leur propriété à prévenir les cancers.

1.5. Le manguier au Sénégal

Le manguier a été introduit au Sénégal en 1824 à Richard Toll (Rey *et al.*, 2006). Il est principalement produit dans trois zones du pays, à savoir la zone des Niayes, la zone Centre et la zone Casamance. La mangue contribue beaucoup à la lutte contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire au Sénégal (USDA, 2001 ; Konta *et al.*, 2015). Les fruits mûrs constituent une bonne source alimentaire et aident beaucoup la population rurale à assurer une partie de leur subsistance pendant les périodes de soudures. Les produits de récolte vendus dans le marché local et celui de l'exportation, permettent aux producteurs d'avoir des revenus supplémentaires

non négligeables. Plusieurs variétés classées en variétés monoembryonnées et polyembryonnées sont cultivées dans le pays. Dans les principales zones productrices de mangues au Sénégal, on y trouve beaucoup de variétés dont les plus fréquentes sont les variétés *kent*, *keit*, *boukodiékhali*, *amélie*, *greffal* et *sélé*. Les variétés *kent* et *keit* sont améliorées, tardives et destinées aux marchés de l'exportation car très prisées par les pays importateurs du fait de leur goût et coloration particuliers. La variété *kent* représente 70% des variétés exportées et vient en second la variété *keit* (Ternoy *et al.*, 2006). Selon Gerbeaud (2015) et Mbaye (2018), en Afrique de l'Ouest, le Sénégal est l'un des pays qui exportent plus de mangues en Europe avec 10200 t/an. Selon le rapport de l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD) pour l'année 2018, un total de 21297 tonnes de mangues, soit 17,5% des exportations horticoles, ont été acheminées vers le marché de l'Union européenne et de la sous-région. Malgré le tonnage très important pour la production totale et pour l'exportation, le manguier sénégalais reste confronté à des difficultés colossales qui réduisent son potentiel productif. Parmi ces problèmes il y a : l'instabilité du climat, les problèmes agronomiques, les maladies comme l'antracnose provoquée par un champignon appelé *Colletotrichum gloeosporioides*, la fusariose par *Fusarium sp*, la pourriture pédonculaire par *Botryodiplodia theobromae*, l'Oïdium et l'alternaria, et les ravageurs représentés par les termites, les cochenilles, les fourmis et les mouches. Les mouches des fruits sont parmi les ravageurs qui causent plus de dégâts aux mangues entraînant ainsi des pertes économiques énormes pour le pays.

2. Les mouches des fruits

2.1. Biologie des mouches des fruits

2.1.1. Systématique

Les mouches des fruits appartiennent à l'embranchement des Arthropode, à la classe des Insectes, à l'ordre des Diptères, au sous-ordre des *Brachycera*, à la division des *Cyclorrhapha*, au groupe des *Schizophora*, à la section des *Haplostomata*, à la Super-famille des *Tephritoidea* et à la famille des *Tephritidae*. Les *Tephritidae* renferment environ 5000 espèces réparties dans 500 genres (White & Elson-Harris, 1992 ; Hassani, 2017). D'après les classifications de Korneyev (1999) et de Aluja & Norrbom (1999), la famille compte 6 sous-familles et 27 tribus. Les *Blepharoneurinae*, les *Dacinae*, les *Phytalmiinae*, les *Tachiniscinae*, les *Tephritisinae* et les *Trypetinae* représentent les 6 sous familles de la famille des *Tephritidae*. La sous famille des *Dacinae* comporte la tribu des *Ceratidini* et celle des *Dacini*. Les genres *Ceratitis* et *Dacini* appartiennent respectivement aux tribus des *Ceratidini* et des *Dacini*. Au Sénégal, l'espèce

Bactrocera dorsalis appartenant à la famille des *Tephritidae* et à la tribu des *Dacini*, est la plus abondante. L’imago de cette espèce a une taille environ 1 cm. Il est caractérisé par la présence de deux bandes latérales jaunes au niveau du thorax et un abdomen de couleur orangée marqué d’une bande noire centrale en forme de T. Les ailes sont transparentes avec des nervures intercostales noirâtres (Hassani, 2017)



Photo1. *Bactrocera dorsalis* (D’après G. GOERGEN, IITA)

2.1.2. Cycle de vie

Le cycle de développement des mouches des fruits est conditionné par les facteurs abiotiques (température, humidité relative et lumière). Chez certaines espèces de *Tephritidae*, il se déroule sans diapause entre les températures 25° et 75°C (Ouedraogo, 2011). Suite au dépôt des œufs dans la pulpe des fruits des plantes hôtes, l’éclosion se fait au bout de 2 à 3 jours. Sur une durée de 5 à 15 jours, il y a succession de 3 stades larvaires après l’éclosion des œufs. Au bout de 5 à 15 jours, la transformation des larves en pupes commence et dure 8 à 12 jours. Les adultes émergeant des pupes peuvent vivre 40 à 90 jours (Vayssières *et al.*, 2008; Ouedraogo, 2011). Dans la sous-famille des *Dacinae*, il existe un nombre d’espèces au stade adulte, capables de s’adapter aux conditions défavorables en entrant en diapause facultative. Les adultes sont sexuellement immatures pendant cette période de diapause (Fitt, 1981; Ouedraogo, 2011). Les hydrates de carbone et les protéines servent de nourriture aux adultes des mouches des fruits.



Figure 1. Cycle de vie des mouches des fruits (D'après SciDev.Net)

2.2. Ecologie des mouches des fruits

2.2.1. Origine et distribution

Le genre *Ceratitis* comprend plusieurs sous-genres renfermant 78 espèces qui sont toutes originaires d'Afrique tropicale. Le genre *Bactrocera* contient 29 sous-genres et 520 espèces, dont 12 rencontrées en Afrique tropicale (Norrbom & Hancock, 2004, Ouedraogo, 2011). Le genre *Bactrocera* a été signalé en Afrique de l'Ouest en 2005 (Vayssières *et al.*, 2005). Au Sénégal, *Bactrocera dorsalis* (espèce invasive originaire de l'Asie du Sud-Est) et *Ceratitis cosyra* (endémique) sont bien inféodés aux spéculations fruitières chez lesquelles elles provoquent beaucoup de dégâts (Huguenin, 2010).

2.2.2. Facteurs écologiques influençant le développement des mouches des fruits

- **La température**

Le cycle de développement, la mortalité et la fécondité sont beaucoup influencés par la température. L'action de ce paramètre sur la vie des mouches, impacte beaucoup sur leur abondance (Ouedraogo, 2011). Les travaux de Konta *et al* (2015) menés sur la dynamique de *B.dorsalis* en base casamance ont montré une corrélation positive et significative entre l'abondance de cette mouche et la température de l'air. Les fortes captures sont obtenues durant les périodes chaudes et les plus faibles captures lors des périodes fraîches. Le stade phénologique des espèces qui entrent en diapause, dépend, entre autre de la température du milieu (Ouedraogo, 2011).

- **L'humidité**

L'humidité joue un rôle crucial dans la dynamique de la population des mouches (Bateman, 1972; Vayssières *et al.*, 2005). Au Bénin, Vayssières *et al* (2006) ont montré que les cératites dominent durant la saison sèche alors qu'en saison des pluies utiles, il y avait une explosion des populations de *B.dorsalis* avec l'augmentation de l'humidité relative. Au Sénégal, d'après Diatta (2016), *B.dorsalis* est plus abondante dans les vergers mixtes et irrigués que dans ceux mixtes non irrigués.

- **La lumière**

C'est un paramètre qui agit sur la fécondité des *Tephritidae* par la synchronisation des comportements sexuels. L'obscurité crépusculaire stimule l'activité sexuelle de certaines espèces de *Tephritidae* (Ouedraogo, 2011).

- **Compétitions interspécifique et intra spécifique**

Une compétition interspécifique s'observe pour la majeure partie du temps lorsqu'il y a une entrée d'une nouvelle espèce dans un milieu donné (Fitt,1989; Quilici, 2004). La compétition intra spécifique inter larvaire qui se déroule dans la pulpe des fruits peut se manifester par du cannibalisme ou par une interruption des mécanismes physiologiques des autres larves (Quilici, 2004).

- **Les ennemis naturels**

Les parasitoïdes, les prédateurs et les microorganismes pathogènes influent négativement sur la vie des *Tephritidae*. Des études menées par Vayssières *et al* (2010a) ont permis d'identifier 6 espèces de parasitoïdes de mouches des fruits qui sont : *Fopius caudatus* (Szépligeti), *Psytalia cosyrae* (Wilkinson), *P. perproxima* (Silvestri), *Diachasmimorpha fullawayi* (Silvestri), *Tetrastichus giffardianus* (Silvestri) et *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani). Le taux de parasitisme noté au cours de cette étude était de 7,7%, et *Ceratitis cosyra* était l'espèce la plus parasitée tandis que *Bactrocera dorsalis* l'était rarement. L'étude menée par Dieng *et al* (2020) sur les parasitoïdes des mouches des fruits et leur distribution dans les principales zones productrices de mangues au Sénégal, a montré la dominance du parasitoïde *psytallia cosyrae* (Hyménoptères : Braconidae) dans les Niayes, *P. cosyrae* et *Diachasmimorpha* spp dans la zone Centre. Toujours dans cette même étude de Dieng et ses collaborateurs, la mesure du taux de parasitisme par le parasitoïde *Fopius arisanus* (Hyménoptères: Braconidae) introduit en Casamance, a livré un taux moyen de 5% dans les vergers de manguiers. Dans la zone, les

parasitoïdes les plus abondants détectés étaient *F. caudatus* et *F. sylvestri*. Certains insectes comme les fourmis et les carabidés constituent des prédateurs des mouches de fruits. Les fourmis débarrassent les fruits et le sol des larves et des pupes (Ndoye, 2011). La décadence des larves et des pupes est souvent corrélée à l'œuvre des champignons et des bactéries pathogènes (Ouna, 2010).

2.2.3. Ethologie

Les fonctions vitales représentées par l'alimentation, l'accouplement et l'oviposition se déroulent chez les *Dacinae* pendant la journée. La nuit représente une phase de repos pour cette sous-famille. Certaines espèces de *Dacinae* sont attirées par les couleurs jaune, orange et rouge et par l'odeur des fruits matures (Ouedraogo, 2011).

2.3. Incidences économiques

Les mouches causent des dégâts énormes sur les fruits plus particulièrement sur les mangues. Après l'accouplement, les mouches femelles forent l'épiderme des fruits et y déposent leurs œufs. Les larves néonatales puisent leurs éléments nutritifs de la pulpe des fruits et entraînent de ce fait le pourrissement de ces derniers. Les dégâts induits par les Tephritidae sont à l'origine d'énormes pertes économiques. Les mouches des fruits font partie des ravageurs de cultures les plus redoutés dans le monde (Norrbom, 2004). L'exportation des fruits et des légumes devient de plus en plus compliquée et cela à cause de la déclaration de certains *Tephritidae* comme organismes de quarantaine.

2.4. Les méthodes de lutte contre les mouches des fruits

Il existe plusieurs méthodes de lutte mises en œuvre pour endiguer les attaques des mouches dans les spéculations fruitières et légumières. Parmi ces méthodes, il y a i) la lutte chimique faite par pulvérisation d'insecticides, l'application d'appâts empoisonnés sur une partie du végétal, ii) la lutte prophylactique, iii) la technique d'annihilation des mâles (TAM ou "MAT"), iv) la lutte biologique avec l'utilisation d'ennemis naturels, v) les pratiques culturales comme l'ensachage des fruits et la récolte précoce, vii) la résistance variétale et la lutte intégrée.

CHAPITRE II. MATERIELS ET METHODES

1. Matériels

1.1. Présentation des zones et des sites d'étude

Les Niayes

La zone des Niayes est une bande de la côte occidentale du Sénégal caractérisée par des dépressions inter-dunaires qui s'étendent de Dakar à Saint-Louis sur 200 km de long et 5 km de large. Elle est située entre 14°54' et 15°54' de latitude nord et 17°20' et 16°60' de longitude ouest. Dans la zone, le climat est de type canarien, chaud et sec. Selon le rapport de l'ANSD 2017-2018, les précipitations moyennes annuelles de l'année 2016 à 2018, varient entre 200 et 400mm/an. Les sols de la zone sont sableux au niveau des dunes et hydro-morphes dans les inter-dunes (Cissé, 2000 ; Ndiaye, 2009). Les Niayes représentent un milieu très favorable à l'agriculture plus particulièrement dans le domaine de l'horticulture.

La zone Centre

Dans la zone Centre, le bassin arachidier plus particulièrement la région de Fatick, renferme les vergers suivis et se situe entre 13°30' et 16°15' de latitude nord et 14°15' et 17°15' de longitude ouest. Il couvre plus de 60000 km² et concentre plus de 40% des superficies agricoles emblavées et plus du tiers de la population du pays (Camara *et al.*, 2018). La région de Fatick est caractérisée par un climat tropical semi-aride. La moyenne pluviométrique de l'année 2016 à 2018, varie entre 400 et 600mm/an selon le rapport de l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD). Dans la région, on distingue deux sous-régimes climatiques caractéristiques de la zone : le régime sahélien et le régime soudanien. En ce qui concerne la pédologie de la région, le milieu est marqué par la présence des sols de mangrove, des sols halomorphes salin et salin acidifiés et des sols hydro-morphes (Sadyane *et al.*, 2018).

Zone Casamance

La Casamance naturelle est constituée par les régions de Kolda (12°53'00'' N, 14°57'00'' O), Sédiou (12°42'29'' N, 15°33'25'' O) et Ziguinchor (12°33'40'' N, 16°17'00'' O). Cette partie du Sénégal s'étend sur une superficie de 28350 kilomètres carrés soit 1/7e de la superficie du pays. Le climat est de type soudanien à soudano-guinéen. Les moyennes annuelles des précipitations varient entre 700 et 2000 mm, soit une moyenne de 1000 mm/an. Le relief est constitué de grés sablo-argileux formant des plateaux avec une végétation naturelle abondante

(savane ou forêt claire), entrecoupée de vallées dans lesquelles se trouvent les rizières et les pâturages de bas-fonds à Kolda. A sédhioù, le relief est essentiellement composé de plateaux, de vallées et de bas-fonds. Les sols rencontrés sont de types ferrugineux tropicaux et/ou ferralitiques, argilo limoneux, hydro morphes (ANSD, 2012 ; Sadyane *et al.*, 2018). Dans la région de Ziguinchor appelée basse Casamance, se trouvent les vergers suivis. L’arboriculture est une activité très développée dans la région.

Les sites

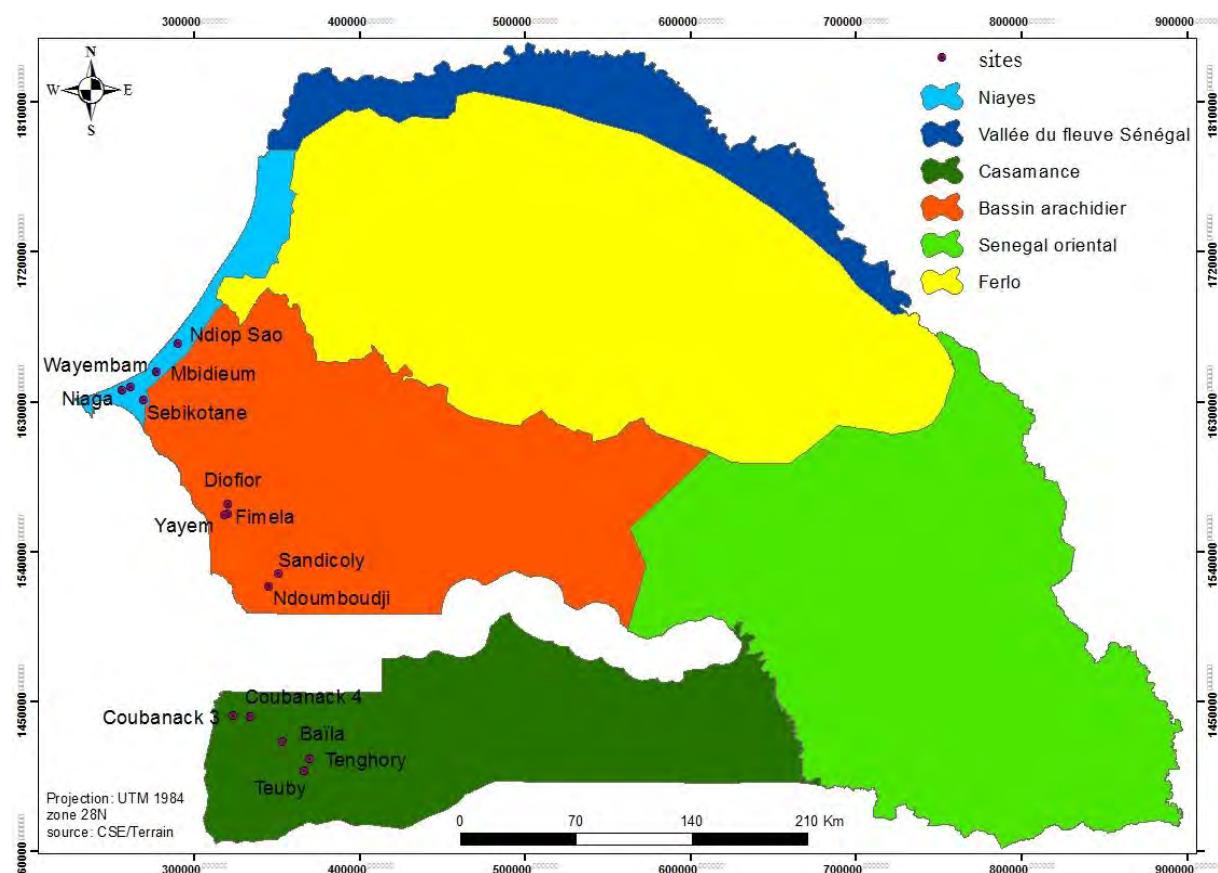
Les sites de Niaga, Sébikotane et de Wayembam appartenant à la région de Dakar, ceux de Mbidieum et de Ndiop Sao à la région de Thiès, abritent les vergers d’étude dans la zone des Niayes. Au niveau de la zone Centre, les vergers choisis se localisent dans les sites de Diofiore, Fimela, Yayem, Sandicoli et de Ndoumboudj, se trouvant tous dans la région de Fatick. En Casamance, les sites de Teuby, Tenghori, Baïla, et de Coubanack, faisant partie tous de la région de Ziguinchor, abritent les vergers de surveillance des mouches des fruits. Les vergers sont représentés sur la carte du Sénégal par les noms de leurs sites de localisations (tableau 1) et (Carte1).

Dans les différents sites, les critères définis pour le choix des vergers sont:

1. avoir une superficie d’au moins 1 hectare ;
2. être bien sécurisé pour assurer le bon fonctionnement des pièges ;
3. être facile d'accès ;
4. avoir le consentement du propriétaire pour l'installation du dispositif de surveillance.

Tableau 1. Localisation des vergers de surveillance.

Sénégal			
Zones	Sites	vergers	Coordonnées géographiques
Niayes	Ndiop Sao	SN1V7	15° 2'52.55"N 16°57'11.99"O
	Mbidieum	SN1V6	14°53'53.59"N 17° 4'26.33"O
	Wayembam	SN1V8	14°48'54.25"N 17°13'0.52"O
	Sébikotane	SN1V10	14°44'27.32"N 17° 8'24.53"O
	Niaga	SN1V9	14°47'43.66"N 17°15'45.50"O
Centre	Fimela	SN2V1	14° 7'51.78"N 16°39'52.62"O
	Yayem	SN2V2	14° 7'17.16"N 16°40'52.56"O
	Diofiore	SN2V8	14° 7'28.12"N 16°23'43.30"O
	Sandicoli	SN2V4	13°48'33.06"N 16°22'58.14"O
	Ndoumboudj	SN2V5	13°44'1.20"N 16°26'2.40"O
Casamance	Teuby	SN3V6	12°44'2.88"N 16°13'58.14"O
	Baïla	SN3V7	12°53'51.00"N 16°21'10.26"O
	Coubanack3	SN3V3	13° 2'0.66"N 16°37'46.38"O
	Coubanack4	SN3V4	13° 1'42.00"N 16°31'55.20"O
	Tenghori	SN3V5	12°48'7.62"N 16°12'3.42"O



Carte 1 : représentation des sites d'étude.

1.2. Le matériel de capture

Le matériel de capture est composé de pièges de type *TephritisTrap*, de quatre (4) attractifs sexuels ou para-phéromones (Méthyl eugénol, Terpynil acétate, Cuelure et Trimidulure), d'un insecticide : DDVP ou Dichlorvos (0,0-diméthyl-0-2,2-dichlorovenyle de phosphate). Les pièges de type *TephritisTrap* sont des boîtes cylindriques en plastique, de couleur jaune. Des trous de forme circulaire sont aménagés à la partie supérieure des boîtes et ces dernières sont fermées chacune par un couvercle blanc (figure 5). Les insectes mâles, attirés par les para-phéromones, pénètrent dans les pièges via les trous, et sont tués à l'intérieur par l'insecticide.



Planche 2. Les différents types de pièges utilisés pour la capture des mouches.

1.3. Autres matériaux

Une balance a été utilisée pour le pesage des mangues (figure 6)



Photo 2. Pesée de mangues

2. Méthodes

2.1. Caractérisation des vergers

Dans chaque zone, une caractérisation de chaque verger a été faite en décrivant les principales variétés de manguiers qui s'y trouvent et son environnement. Les résultats issus de la caractérisation des vergers permettent de savoir si le dispositif de piégeage est efficace ou pas, selon que les caractéristiques des vergers sont identiques ou différentes d'un verger à l'autre.

2.2. Description des principales variétés de manguiers présentes dans les vergers

Dans chaque verger, le propriétaire donne l'ensemble des variétés qui y sont présentes en précisant en même temps les plus nombreuses en termes du nombre de pieds. Parmi toutes ces variétés, une description des cinq (5) variétés les plus importantes est effectuée. La description porte sur i) le cycle de reproduction de la variété, ii) le nombre moyen de fruit par arbre de la variété et iii) le poids moyen d'un fruit de la variété.

L'étude du cycle de reproduction allant de la floraison à la maturation des fruits, consiste à déterminer le début et la fin de la période de floraison, le début et la fin de chacun des stades suivants : petits fruits (fruits de petite taille), fruits moyens (fruits de taille moyenne), gros fruits (fruits de grande taille), et le stade de maturation. Durant toute la période de fonctionnement du dispositif, à chaque relevé hebdomadaire, le stade phénologique des variétés était noté. Ces données fournies par les relevés hebdomadaires plus les précisions apportées par les propriétaires des vergers sur le cycle de reproduction des variétés, ont permis de donner la durée qui correspond à chacun de ces stades.

Pour trouver le nombre de fruit par arbre de manguier et le poids d'un fruit de mangue, dix (10) pieds sont sélectionnés au hasard, de chaque variété. Au niveau de chaque variété, on dénombre le nombre de fruits puis on y prélève deux fruits matures, ce qui fait au total 20 fruits par variété. Le poids de chaque fruit est déterminé à l'aide d'une balance. Les données obtenues sont saisies sur Excel et traitées avec le logiciel R version 3.5.0 au seuil de 5% afin de déterminer le nombre moyen de fruits par arbre et le poids moyen d'un fruit.

2.3. Description de l'environnement des vergers

Elle a porté sur :

- la propreté du verger et les méthodes de lutte mises en place ;
- la pratique de cultures intercalaires ou non ;
- la présence ou non de plantes hôtes alternatifs ainsi que leur densité ;
- la présence ou non d'un point d'eau (puits, marigot, rivière, bras de mer etc.) dans ou autour du verger ;
- la végétation aux alentours du verger (jachère, champs céréaliers, parc à bois, jardins maraîchers, autres vergers).

Le niveau de propreté des vergers est déterminé à partir du constat fait dans ces derniers sur le désherbage du substrat, le ramassage des fruits avortés et des feuilles caduques qui jonchent le sol du bas des houppiers des manguiers et d'autres plantes.

Pour savoir les méthodes de lutte mises en place et la pratique ou non de cultures intercalaires, les propriétaires des vergers ont été interpellés via un questionnaire préparé à cet effet.

Les plantes hôtes alternatifs ont été recensées dans les vergers en utilisant comme clef d'identification, les données de la littérature existante sur les hôtes alternatifs des mouches des fruits. Après l'identification, le calcul de la densité se fait par le rapport du nombre de pieds sur la superficie du verger en hectare.

Le relevé des points d'eau dans les vergers et aux alentours est fait par la vérification de la présence ou non de toute formation creuse (puits, rivières, marigots etc.) contenant de l'eau.

2.4. Piégeage des mouches des fruits

Dans chaque verger de surveillance, quatre pièges sont placés pour chacun des quatre types d'attractifs, ce qui fait au total seize (16) pièges. Au niveau des manguiers, les pièges sont attachés à des branches à hauteur d'homme. Des relevés hebdomadaires sont effectués dans chaque verger et dans les trois zones de surveillance. Le nombre de mouches capturées est enregistré dans une base de données.

2.5. Diversité des mouches des fruits

L'identification des genres et des espèces de mouches des fruits se faisait à l'œil nu par les entomologistes de la Direction de la protection des Végétaux (D.P.V) qui se sont familiarisés avec les genres et espèces de mouches des fruits. Lorsque des doutes sont émis sur l'identité du genre ou de l'espèce, le microscope est utilisé pour confirmer ou infirmer l'identité. Si l'identification reste toujours incertaine, des échantillons sont acheminés au niveau de l'Institut Fondamental d'Afrique Noir (IFAN) pour une confirmation.

2.6. Dynamique de la population des mouches des fruits.

Au niveau de chaque verger, on fait le cumul des individus de chaque espèce de mouche, issus des seize pièges à la fin de chaque semaine. La dynamique des mouches est analysée dans chaque verger et dans chaque zone, en calculant la moyenne au bout de quatre semaines de collecte pour chacun des 12 mois de l'année 2018. Le nombre de répétitions des semaines est de quatre (4) à l'échelle du verger et de vingt (20) à l'échelle de la zone.

2.7. Analyse statistique des données

Les données ont été saisies sur Excel et traitées avec le logiciel R version 3.5.0. (2018-04-23) - - "Joy in Playing" Copyright (C) 2018 The R Foundation for Statistical Computing Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit). Les analyses de variances (ANOVA) à deux facteurs avec la fonction du model linéaire généralisé (glm) et la distribution de Poisson pour l'analyse non paramétrique et le test de comparaison multiple de Student Newman-Keuls, au seuil de 5%, sont les points de l'inférence statistique exploités pour parvenir aux résultats de l'analyse.

CHAPITRE III. RESULTATS

1. Caractéristiques des vergers

1.1. La zone Centre

1.1.1. Caractéristiques des principales variétés de manguiers présentes dans les vergers de la zone

Dans la zone centre, un total de dix-sept (17) variétés de manguiers a été recensé au niveau des cinq vergers confondus, à savoir : les variétés *kent*, *keit*, *pêche*, *papaye*, *greffale*, *séwé*, *baye birane diop*, *ousseynou*, *khadi thiam*, *palmer*, *boukodiékhali*, *américain*, *passi*, *gabonaise*, *pétrole*, *céline* et *diourou*. Parmi ces variétés, le *kent*, le *keit*, la variété *ousseynou*, la variété *américaine*, la variété *papaye*, le *palmer*, la variété *passi*, la variété *gabonaise*, le *greffale* et la variété *céline*, sont plus importantes par corrélation, en termes du nombre de pieds.

❖ Cycle de reproduction des principales variétés

Dans la zone, le cycle de reproduction des variétés s'intercale entre décembre et juin et peut varier d'une variété à l'autre ou rester identique entre deux ou plusieurs variétés. Le cycle de reproduction des variétés *ousseynou*, *américaine*, *papaye*, *palmer*, *gabonaise* et *céline* est identique à celui de la variété *kent*. Le cycle de reproduction de la variété *greffale* est similaire à celui de la variété *séwé*, et celui de la variété *passi* à celui de *keit* (tableau 2). Les résultats obtenus sur le terrain, montrent que le début et la fin des stades de gros fruits et de maturation des variétés *kent* et *keit*, sont respectivement avril et fin juin. Cependant, avec l'existence de plusieurs vagues de floraison et leur statut de variétés tardives, le cycle de reproduction de ces deux variétés peut aller jusqu'en octobre.

Tableau 2. Cycle de reproduction des variétés de manguiers dans la zone Centre.

Stades Phénologiques	Variétés		
	<i>kent</i>	<i>séwé</i>	<i>keit</i>
Début et fin de la période de floraison	décembre-février	décembre-janvier	décembre-février
Début et fin du stade « petits fruits »	février-mi-mars	janvier-février	février-mi-mars
Début et fin du stade « fruits moyens »	mi-mars-fin avril	février-mars	mi-mars-fin avril
Début et fin du stade « gros fruits »	fin avril-fin mai	mi-mars-fin avril	avril-mai
Début et fin du stade de maturation	fin mai-debut juin	fin avril-mi-mai	mai-fin juin

❖ **Nombre moyen de fruits par arbre et poids moyen d'un fruit pour chaque variété.**

Le poids moyen d'un fruit et le nombre moyen de fruits par arbre varient d'une variété à l'autre pour un verger donné et d'un verger à l'autre pour une variété donnée. Le nombre moyen de fruits par arbre pour toutes les variétés confondues de chaque verger, est plus important dans le verger SN2V1 avec (905 ± 1119.98 a) fruits par arbre et plus faible dans le verger SN2V4 soit (264.93 ± 207.09 d) fruits par arbre. Les nombres moyens de fruits obtenus dans SN2V4 et SN2V8, n'ont aucune différence statistiquement significative au seuil de 5%. Le plus lourd poids moyen d'un fruit par arbre pour toutes variétés, est obtenu dans le verger SN2V4 soit (652.50 ± 309.51 a) gramme par fruit et le plus léger dans SN2V5 soit (321.59 ± 162.55 e) gramme par fruit (tableau 3).

Tableau 3. Le poids moyen d'un fruit et le nombre moyen de fruits par arbre des variétés de manguiers les plus représentatives dans les vergers de la zone Centre.

site de Diofiore: verger SN2V8		
variétés	nombre moyen de fruits par arbre	poids moyen d'un fruit/g
américaine	300 ± 145.77 k	735 ± 171.67 c
gabonaise	125 ± 35.35 m	650 ± 129.09 d
kent	235 ± 261.33 l	520 ± 80.13 g
palmer	366.66 ± 152.75 hi	266.66 ± 51.63 m
papaye	350 ± 208.16 i	506.25 ± 90.38 h
Total	275 ± 207.40 d	541.66 ± 172.69 c
site de Sandicoli: verger SN2V4		
variétés	nombre moyen de fruits par arbre	poids moyen d'un fruit/g
céline	37.80 ± 41.11 n	1042.50 ± 194.85 a
keit	377 ± 198.21 gh	407.50 ± 74.82 k
kent	448 ± 136.77 f	507.50 ± 92.15 h
Total	264.93 ± 207.09 d	652.50 ± 309.51 a
site de Fimela : verger SN2V1		
variétés	nombre moyen de fruits par arbre	poids moyen d'un fruit/g
séwé	1870 ± 1545.63 a	135 ± 28.56 o
keit	395 ± 200.62 g	587.50 ± 74.11 e
kent	450 ± 242.67 f	502.50 ± 49.93 i
Total	905 ± 1119.98 a	408.33 ± 205.05 d
site de Yayème: verger SN2V2		
variétés	nombre moyen de fruits par arbre	poids moyen d'un fruit/g
kent	300 ± 91.28 k	532.50 ± 83.15 f
ousseynou	516.66 ± 540.98 e	795.83 ± 165.7 b
Total	381.25 ± 338.07 c	631.25 ± 175.40 b
site de Ndoumboudj: verger SN2V5		

variétés	nombre moyen de fruits par arbre	poids moyen d'un fruit/g
<i>greffal</i>	1290 ± 611.82 c	232.50 ± 46.66 n
<i>keit</i>	325 ± 95.74 j	518.75 ± 106.69 g
<i>palmer</i>	559 ± 269.42 d	497.50 ± 122.98 j
<i>passi</i>	360 ± 272.64 hi	342.50 ± 54.47 l
<i>séwé</i>	1530 ± 984.37 b	135 ± 46.16 o
Total	827.04 ± 667.98 b	321.59 ± 162.55 e
probabilité	P< 2.2e-16 ***	

1.1.2. Caractéristiques de l'environnement des vergers de la zone

Les vergers sont tous de type traditionnel amélioré (plurivariétal avec présence de variétés modernes représentées par *kent* et *keit*, sans traitement ni irrigation) avec un niveau de propreté moyen. Le système de piégeage des mouches est la méthode de lutte utilisée par les producteurs depuis l'installation du dispositif. Certains appliquent la méthode prophylactique qui consiste à désherber et à faire la récolte sanitaire. C'est uniquement au niveau du verger qui se localise dans le site de Diofiore où il y a la pratique de cultures intercalaires. Pendant l'hivernage, le niébé (*Vigna unguiculata*) et/ou l'arachide (*Arachis hypogaea*) sont les deux spéculations cultivées dans le verger. Chaque verger contient un point d'eau (puits) dans son enceinte. Le verger logé dans le site de Ndoumboudj, est le seul abritant à ses alentours des points d'eau (marigots). La végétation riveraine est essentiellement faite de vergers et de champs à précédents culturaux céréaliers et/ou arachidiens. Onze (11) plantes hôtes alternatifs ont été identifiées dans les 5 vergers confondus. La densité et la diversité des espèces, varient d'un verger à l'autre (tableau 4).

Tableau 4. Les plantes hôtes alternatifs et leurs densités par hectare dans la zone Centre.

Espèces de plantes hôtes alternatifs	Densités par hectare				
	SN2V1	SN2V2	SN2V4	SN2V5	SN2V8
<i>Anacardium occidentale</i> (anacardier)	21,42	17,14	1,25	31,25	0
<i>Citrus limon</i> (citronnier)	14,28	7,14	0	0,37	0,5
<i>Cocos nucifera</i> (cocotier)	4,28	14,28	0	0	0
<i>Citrus reticulata</i> (mandarinier)	0	2,85	33,25	0	0
<i>Citrus sinensis</i> (oranger)	0	0,85	0	0	0,25
<i>Carica papaya</i> (papayer)	0	1,42	0	0	0
<i>Manilkara zapota</i> (sapotillier)	0	0,85	0	0	0
<i>Borassus aethiopum</i> (rôniers)	0	8,57	0	0	0
<i>Elaeis guineensis</i> (palmier à huile)	0	2,85	0	0	0
<i>Saba senegalensis</i> (madd)	0	0,28	0	0	0
<i>Psidium guajava</i> (goyavier)	0	0	0	0	0,25
Densités moyennes	3,63 ± 7,31 a	5,11 ± 5,95 a	3,13 ± 9,99 ab	2,87 ± 9,41ab	0,09 ± 0,16 b
	P = 8,698e-15 ***				

1.2. La zone des Niayes

1.2.1. Caractéristiques des principales variétés de manguiers présentes dans les vergers.

Au niveau de la zone des Niayes, douze (12) variétés de manguiers, composées de *kent*, *pêche*, *papaye*, *Boukodiékhali* (BDH), *séwé*, *keit*, *greffale*, *julie*, *Baye Birane Diop*, *divine*, *kalifornia* et *Diég Bou Ghat* (DBG) ont été identifiées dans l'ensemble des cinq vergers prospectés. Parmi ces 12 variétés, le *kent*, le *keit*, le *greffale*, le *séwé*, la variété *Boukodiékhali*, la mangue *papaye*, la variété *Baye Birane Diop*, la variété *divine* et la *julie*, représentent les variétés les plus abondantes par corrélation, en termes de nombre de pieds et ont fait l'objet d'une description.

❖ Cycle de reproduction des principales variétés

Le cycle de reproduction des principales variétés rencontrées dans les vergers, se situe dans la fourchette allant de décembre à juillet. Le cycle pour les variétés *papaye*, *keit*, *greffale* et *BDH* garde la même durée que celui de *kent*. Le début et la fin du stade de maturation des variétés *greffale* et *séwé* s'intercale entre mi - avril et fin mai du fait de leur statut de variétés précoces. La variété *keit* peut aller jusqu'à fin juillet à début août car c'est la variété la plus tardive. Le tableau 5 représente le cycle de reproduction de la variété *kent* qui est celle la plus rencontrée dans les vergers.

Tableau 5. Cycle de reproduction de la variété *kent* dans la zone des Niayes.

kent	
Stades Phénologiques	Durée
Début et fin de la période de floraison	décembre-février
Début et fin du stade «petits fruits»	février-mi-mars
Début et fin «fruits moyens»	mi-mars-fin avril
Début et fin du stade «gros fruits»	avril-mi-mai
Début et fin du stade de maturation	mi-mai-mi-juillet

❖ **Le nombre moyen de fruits par arbre et le poids moyen d'un fruit**

Les manguiers du verger SN1V10 sont les plus chargés en fruits avec (813.20 ± 829.08 a) fruits en moyenne par arbre pour toutes variétés confondues, ceux du verger SN1V6 le sont le moins avec (136.64 ± 63.07 e) fruits en moyenne. C'est dans ces mêmes vergers où a été obtenu le poids moyen le plus élevé et le plus faible avec (530.20 ± 98.79 a) gramme par fruit dans SN1V10 et (247.36 ± 128.89 e) dans SN1V6 (tableau 6).

Tableau 6. Le poids moyen d'un fruit et le nombre moyen de fruits par arbre des variétés de manguiers les plus représentatives dans les vergers de la zone des Niayes.

site de Ndiop Sao: verger SN1V7		
variétés	nombre moyen de fruits par arbre	poids moyen d'un fruit/g
<i>kent</i>	269.80 ± 119.40 h	407.5 ± 43.75 i
Total	269.80 ± 119.40 c	407.5 ± 43.75 c
site de Sébikotane: verger SN1V10		
variétés	nombre moyen de fruits par arbre	poids moyen d'un fruit/g
<i>kent</i>	91.70 ± 43.55 k	582.50 ± 107.94 a
<i>BBD</i>	2250 ± 645.49 a	493.75 ± 41.72 c
<i>divine</i>	912.50 ± 274.83 c	496.87 ± 82.60 b
<i>julie</i>	1150 ± 494.97 b	475 ± 95.74 d
Total	813.20 ± 829.08 a	530.20 ± 98.79 a
site de Mbidieum: verger SN1V6		
variétés	nombre moyen de fruits par arbre	poids moyen d'un fruit/g
<i>BDH</i>	162.33 ± 52.78 j	350 ± 31.62 j
<i>kent</i>	164.80 ± 22.12 j	322.50 ± 52.50 l
<i>séwé</i>	47 ± 62.23 l	70.83 ± 25.74 n
Total	136.64 ± 63.07 e	247.36 ± 128.89 e
site de Niaga: verger SN1V9		
variétés	nombre moyen de fruits par arbre	poids moyen d'un fruit/g
<i>BDH</i>	721.90 ± 263.19 e	435 ± 87.50 g
<i>greffal</i>	572 ± 346.17 f	215 ± 28.56 m
<i>keit</i>	1144.60 ± 248.63 b	412.50 ± 70.47 h

<i>kent</i>	821 ± 298.87 d	445 ± 70.52 f
<i>papaye</i>	539 ± 113.96 g	337.50 ± 53.49 k
Total	759.70 ± 336.60 b	369 ± 107.25 d
site de Wayembam: verger SN1V8		
variétés	nombre moyen de fruits par arbre	poids moyen d'un fruit/g
<i>kent</i>	233.70 ± 49.71 i	467.50 ± 61.29 e
Total	233.70 ± 49.71 d	467.50 ± 61.29 b
probabilité	$P < 2.2e-16$ ***	

1.2.2. Caractéristiques de l'environnement des vergers de la zone des Niayes

La zone est constituée de vergers traditionnels améliorés (plurivariétaux, sans irrigation ni traitement) et modernes (monovariétaux, avec irrigation et traitement), avec un niveau de propreté élevé pour les vergers modernes et moyen pour ceux traditionnels améliorés. Les vergers SN1V8 de Wayembam et SN1V7 de Ndiop Sao, sont ceux modernes parmi les 5 vergers suivis dans la zone. Le piégeage est la méthode de lutte utilisée tout au long de la période de fonctionnement du dispositif, pour réduire les dégâts des mouches. La pratique de cultures intercalaires est observée dans tous les vergers, excepté celui de Sébikotane. C'est seul le verger de Mbidieum qui ne dispose pas d'un point d'eau (puits et ou bassin de rétention d'eau) dans son enceinte. En ce qui concerne les alentours des vergers, il n'est pas noté la présence d'autres points d'eau (marigot ou toute autre formation contenant de l'eau). La végétation aux alentours des vergers est constituée d'arbustes et d'arbres comme le *Faidherbia albida* (le *kad*), *Adansonia digitata* (baobab) et des manguiers des autres vergers avoisinants. Dans les cinq vergers confondus, 12 espèces de plantes hôtes alternatifs ont été détectées, avec des densités qui varient d'un verger à l'autre (tableau 7).

Tableau 7. Les plantes hôtes alternatifs et leurs densités par hectare dans la zone des Niayes.

Espèces de plantes hôtes alternatifs	Densités par hectare				
	SN1V6	SN1V7	SN1V8	SN1V9	SN1V10
<i>Anacardium occidentale</i> (anacardier)	0	0	0	0,25	0
<i>Momordica charantia</i>	0,71	0	0,14	0	0
<i>Capparis tomentosa</i> (câprier)	0	0	0	0,05	0
<i>Citrus sinensis</i> (oranger)	0	0	0	1,25	75
<i>Carica papaya</i> (papayer)	0	0,6	0	0,5	0
<i>Manilkara zapota</i> (sapotillier)	0	0	0,28	0	0
<i>Saba senegalensis</i> (madd)	0	0	0,14	0	0
<i>Psidium guajava</i> (goyavier)	0,71	0	0	0,12	0
<i>Annona muricata</i> (corossolier)	0	0,6	0,14	0	1
<i>Citrus reticulata</i> (mandarinier)	0	0	0	1,25	130
<i>Citrus xparadisi</i> (pomélo)	0	0	0	0	62,5
<i>Citrus limon</i> (citronnier)	0	0	1,42	5	50
Densités moyennes	0,11 ± 0,27 b	0,10 ± 0,23 b	0,17 ± 0,40 b	0,70 ± 1,43 b	26,54 ± 43,14 a P < 2.2e-16 ***

1.3. La zone Casamance

1.3.1. Caractéristiques des principales variétés de manguiers présentes dans les vergers

En Casamance, onze (11) variétés de manguiers composées de *kent*, *keit*, *diourou*, *bodian*, *pêche*, *pomme*, *papaye*, *gabonaise*, *BDH*, *amoulène*, *greffale*, ont été répertoriées dans les cinq vergers confondus. Parmi ces 11 variétés, les variétés *kent*, *keit*, *diourou*, *amoulène*, *greffale* et *papaye* sont plus importantes par corrélation en termes de nombre de pieds.

❖ Cycle de reproduction des principales variétés

Les variétés *keit*, *diourou*, *bodian*, *amoulène*, et *papaye*, ont un cycle de reproduction conforme à celui de *kent*. La variété *keit* a une durée de maturation d'autant plus longue, qui s'étale de juillet à août. Pour la variété *greffale*, la maturation est beaucoup plus précoce et couvre la période allant de fin avril à début mai. Le tableau 8 représente le cycle de reproductions de la variété *kent* qui est celle parmi les plus fréquemment rencontrées dans les vergers visités.

Tableau 8. Cycle de reproduction de la variété *kent* en casamance.

kent	
Stades phénologiques	Durée
Début et fin floraison	Décembre- Janvier
Début et fin du stade petit fruit	Février- début mars
Début et fin du stade fruit moyen	Début avril- fin avril
Début et fin du stade gros fruit	Début mai- début juin
Début et fin maturation	Mi-juin- début juillet

❖ **Nombre moyen de fruits par arbre et poids moyen d'un fruit.**

Les nombres moyens de fruits, le plus élevé et le plus faible, ont été respectivement obtenus dans les vergers SN3V4 (870 ± 441.55 a) et SN3V3 (245 ± 198.01 e). Les mangues du verger SN3V5 sont plus pesantes avec un poids moyen de (670 ± 108.48 a) gramme par fruit. Le poids moyen d'un fruit de manguier est plus faible dans le verger SN3V3 avec (402.63 ± 168.69 e) gramme par fruit (tableau 9).

Tableau 9. Le poids moyen d'un fruit et le nombre moyen de fruits par arbre des variétés de manguiers les plus représentatives dans les vergers de la zone Casamance.

site de Coubanack4 : verger SN3V4		
variétés	nombre moyen de fruits par arbre	poids moyen d'un fruit/g
<i>amoulène</i>	525 ± 296.50 h	470 ± 57.12 i
<i>diourou</i>	887.50 ± 766.34 e	437.50 ± 64.08 k
<i>greffale</i>	966.66 ± 258.19 c	245.83 ± 58.22 m
<i>keit</i>	955 ± 471.66 d	682.50 ± 125.94 b
<i>kent</i>	1065 ± 335.86 a	660 ± 118.76 e
Total	870 ± 441.55 a	533.75 ± 181.72 d
site de Tenghori : verger SN3V5		
variétés	nombre moyen de fruits par arbre	poids moyen d'un fruit/g
<i>kent</i>	749 ± 285.40 f	667.50 ± 97.70 d
<i>keit</i>	408 ± 112.92 ij	672.50 ± 120.82 c
Total	578.50 ± 274.26 d	670 ± 108.48 a
site de Baïla : verger SN3V7		
variétés	nombre moyen de fruits par arbre	poids moyen d'un fruit/g
<i>kent</i>	947 ± 260.21 d	672.50 ± 117.51 c
<i>keit</i>	570 ± 263.73 g	500 ± 0.00 g
Total	758.50 ± 320.03 b	586.25 ± 119.82 c
site de Teuby : verger SN3V6		
variétés	nombre moyen de fruits par arbre	poids moyen d'un fruit/g
<i>diourou</i>	950 ± 70.71 d	450 ± 40.82 j
<i>keit</i>	305 ± 116.54 k	825 ± 199.67 a

<i>kent</i>	1010 ± 436.39 b	492.50 ± 83.15 h
Total	684.09 ± 461.97 c	639.77 ± 224.01 b
site de Coubanack3 : verger SN3V3		
variétés	nombre moyen de fruits par arbre	poids moyen d'un fruit/g
<i>kent</i>	112.50 ± 70.99 l	417.50 ± 94.97 l
<i>greffale</i>	100 ± 0.00 m	190 ± 47.57 n
<i>keit</i>	415 ± 188.63 i	497.50 ± 145.52 g
<i>papaye</i>	398.57 ± 185.33 j	531.25 ± 104.68 f
Total	245 ± 198.01 e	402.63 ± 168.69 e
probabilité	$P < 2.2e-16$ ***	

1.3.2. Caractéristiques de l'environnement des vergers de la zone.

Tous les cinq vergers caractérisés dans la zone sont de type traditionnel amélioré (plurivariétal, sans irrigation ni traitement), avec un niveau de propreté faible dans l'ensemble. Le piégeage des mouches reste la seule méthode employée par les producteurs pour freiner la prolifération des mouches des fruits dans les vergers. Les cultures intercalaires ne sont pratiquées que dans les vergers des sites de Tenghori, Coubanack3 et de Teuby. Les vergers renferment chacun, un point d'eau (puits) ; mais leur environnement extérieur est dépourvu de points d'eau, excepté le site de Baïla dont la mangrove s'installe à quelques encablures du verger. La végétation riveraine est faite d'autres vergers et de forêts constituées d'arbres de grande taille comme les rôniers, les cocotiers, et les palmiers à huile. Les espèces de plantes hôtes alternatifs rencontrées dans les cinq vergers de la zone, sont au nombre de neuf (9) avec des densités différentes d'un verger à l'autre (tableau 10).

Tableau 10. Les plantes hôtes alternatifs et leurs densités par hectare dans la zone Casamance.

Espèces de plantes hôtes alternatifs	Densités par hectare				
	SN3V3	SN3V4	SN3V5	SN3V6	SN3V7
<i>Anacardium occidentale</i> (anacardier)	200	15	0	0	5
<i>Citrus limon</i> (citronnier)	40	51,5	15	0	50
<i>Cocos nucifera</i> (cocotier)	0	0	0	0	3
<i>Citrus reticulata</i> (mandarinier)	85	0	0	87,5	1
<i>Citrus sinensis</i> (oranger)	0	25	0	37,5	4
<i>Borassus aethiopum</i> (rônier)	0	5	0	1,25	1,5
<i>Saba senegalensis</i> (madd)	0	2,5	0	0	0
<i>Psidium guajava</i> (goyavier)	0	1	0	0	0
<i>Citrus xparadisi</i> (pomélo)	0	0	0	0	2
Densités moyennes	$36,11 \pm 68,08$ a	$11,11 \pm 17,40$ b	$1,66 \pm 5,00$ c	$14,02 \pm 30,19$ b	$7,38 \pm 16,06$ bc
	$P < 2.2e-16$ ***				

2. Composition spécifique et abondance des mouches.

2.1. Composition spécifique et abondance des mouches pour toutes zones confondues.

L'abondance et la diversité des mouches varient d'une zone à l'autre (tableau 11). D'octobre 2017 à août 2019, le nombre total de mouches capturées pour l'ensemble des trois zones du pays (Sénégal), s'élève à 1722128. Ce nombre pléthorique d'insectes est composé de 1491613 individus de *B.dorsalis* soit 86,61%, 100203 individus de *C. cosyra* soit 5,82%, 93423 individus de *C. silvestrii* soit 5,42%, 20050 individus de *C. capitata* soit 1,16%, 16564 individus de *Z. cucurbitae* soit 0,96%, 136 individus de *C. bremii* soit 0,007%, 88 individus de *C. fasciventris* soit 0,005%, 36 individus de *C. punctata* soit 0,002% et 15 individus de *C. ditissima* soit 0,0008% de la population totale.

Tableau 11. Abondance absolue des espèces de mouches pour toutes zones confondues.

zones	espèces des trois zones confondues								
	<i>B. dorsalis</i>	<i>C. silvestrii</i>	<i>C. capitata</i>	<i>C. cosyra</i>	<i>C. bremii</i>	<i>C. punctata</i>	<i>C. fasciventris</i>	<i>Z. cucurbitae</i>	<i>C. ditissima</i>
Centre	552460	42686	499	43993	3	0	79	5870	0
Niayes	431152	50518	18655	14560	69	28	0	5060	15
Casamance	508001	219	896	41650	64	8	9	5634	0
Total	1491613	93423	20050	100203	136	36	88	16564	15

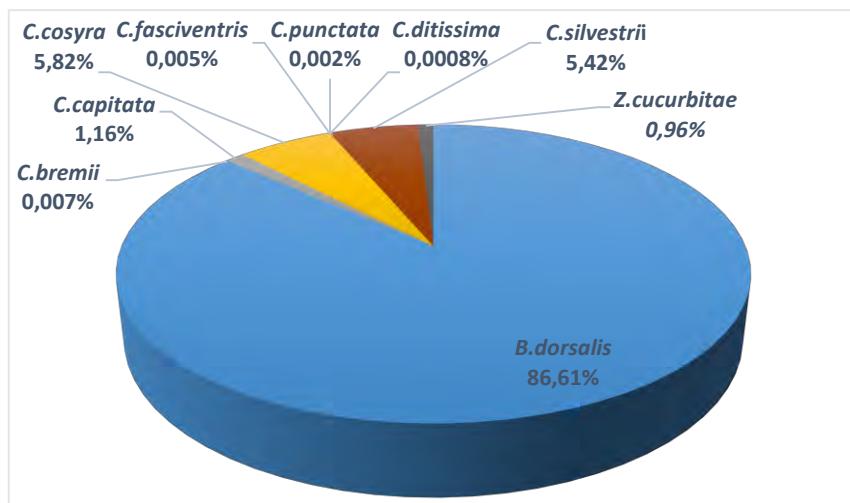


Figure 2. Abondance relative des espèces de mouches pour toutes zones confondues

2.2. Composition spécifique et abondance des mouches dans les vergers de la zone Centre.

Au niveau de la zone Centre, l'abondance et la diversité des mouches varient d'un verger à l'autre (tableau 12). Au total, 645590 individus de mouches des fruits, répartis dans 7 espèces

différentes, ont été capturés dans les 5 vergers confondus, soit 37,48% de la population des trois zones confondues. *Bactrocera dorsalis* est l'espèce la plus abondante dans la zone avec 552460 individus capturés soit 85,57% du nombre total de mouches capturées dans la zone. *Ceratitis cosyra* est la deuxième espèce la plus foisonnante avec 43993 (6,81%) individus collectés. *Ceratitis silvestrii* représente la troisième espèce la plus pullulante dans la zone avec un nombre d'individus capturés faisant 42686 (6,61%). *Zeugodacus cucurbitae*, est la quatrième espèce la plus fréquente dans la zone avec 5870 (0,90%) individus piégés. *Ceratitis capitata* apparaît comme la cinquième espèce la plus rencontrée dans la zone avec 499 (0,07%) individus capturés. *Ceratitis fasciventris* occupe la sixième place avec 79 (0,01%) individus. *Ceratitis bremii* est l'espèce la plus faible en termes d'effectif avec 3 individus soit 0,0004%.

Tableau 12. Abondance absolue des espèces de mouches dans les vergers de la zone Centre.

vergers	Nombre d'individus capturés pour chaque espèce : zone Centre						
	<i>B. dorsalis</i>	<i>C. silvestrii</i>	<i>C. capitata</i>	<i>C. cosyra</i>	<i>C. bremii</i>	<i>C. fasciventris</i>	<i>Z. cucurbitae</i>
SN2V1	98348	11940	86	8323	0	0	459
SN2V2	133878	20682	132	6385	0	79	1298
SN2V4	75153	4328	95	6922	0	0	2835
SN2V5	91955	1080	85	7489	0	0	788
SN2V8	153126	4656	101	14874	3	0	490
	552460	42686	499	43993	3	79	5870
Total				645590			

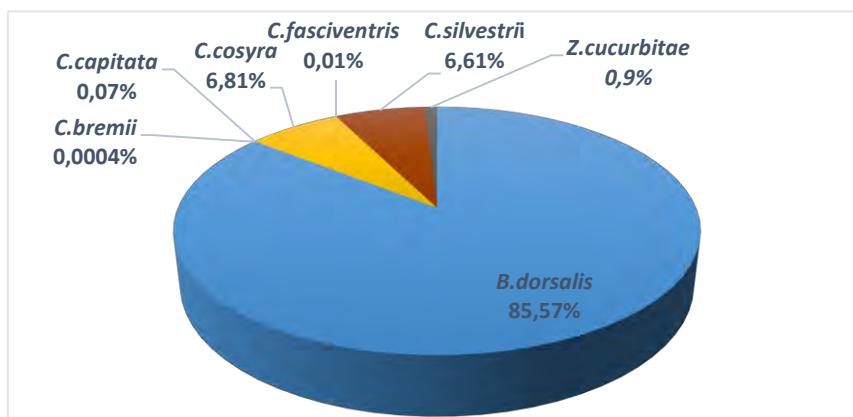


Figure 3. Abondance relative des espèces de mouches capturées dans les 5 vergers confondus de la zone Centre.

2.3. Composition spécifique et abondance des mouches dans les vergers de la zone des Niayes.

L'abondance et la diversité des mouches varient d'un verger à l'autre au sein de la zone (tableau 13). Pour tous les cinq (5) vergers confondus de la zone, un total de 520057 (30,19%) mouches, classées dans 8 espèces, ont été capturées. Dans cet effectif, il y a : 431152 individus de *Bactrocera dorsalis* soit 82,90% de la population totale de mouches capturées dans la zone, 50518 individus de *Ceratitis Silvestrii* soit 9,71%, 18655 individus de *Ceratitis capitata* soit 3,58%, 14560 individus de *Ceratitis cosyra* soit 2,79%, 5060 individus de *Zeugodacus cucurbitae* soit 0,97%, 69 individus de *Ceratitis bremii* soit 0,01%, 28 individus de *Ceratitis punctata* soit 0,005%, 15 individus de *Ceratitis ditissima* soit 0,002%.

Tableau 13. Abondance absolue des espèces de mouches dans les vergers de la zone des Niayes.

vergers	espèces zone des Niayes							Z. <i>cucurbitae</i>
	<i>B. dorsalis</i>	<i>C. silvestrii</i>	<i>C. capitata</i>	<i>C. cosyra</i>	<i>C. bremii</i>	<i>C. punctata</i>	<i>C. ditissima</i>	
SN1V6	86147	16731	2500	2019	4	7	0	537
SN1V7	50625	13349	12407	3633	35	5	0	466
SN1V8	69411	6650	685	2625	0	2	0	1134
SN1V9	123070	10116	1480	3618	4	2	0	1251
SN1V10	101899	3672	1583	2665	26	12	15	1672
Total	431152	50518	18655	14560	69	28	15	5060
					520057			

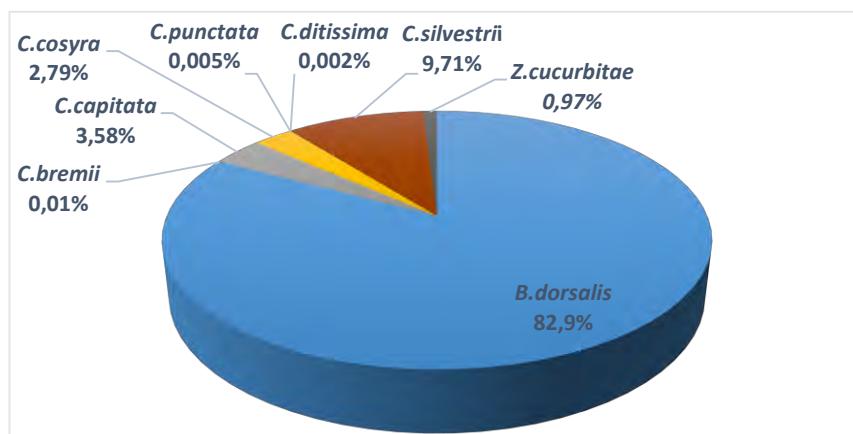


Figure 4. Abondance relative des espèces de mouches capturées dans les 5 vergers confondus de la zone des Niayes

2.4. Composition spécifique et abondance des mouches dans les vergers de la zone Casamance.

Dans la zone Casamance, l'abondance et la diversité des mouches varient d'un verger à l'autre (tableau 14). Pour les cinq (5) vergers confondus, un nombre total de 556481 (32,31%) mouches des fruits ont été capturées durant toute la période de fonctionnement du dispositif de surveillance. Ce chiffre important est la somme de 508001 individus de *Bactrocera dorsalis* soit 91,28% de la population totale de mouches capturées dans la zone, 41650 (7,48%) individus de *Ceratitis cosyra*, 5634 (1,01%) individus de *Zeugodacus cucurbitae*, 896 (0,16%) individus de *Ceratitis capitata*, 219 (0,03%) individus de *Ceratitis silvestrii*, 64 (0,01%) individus de *Ceratitis bremii*, 9 (0,002%) individus de *Ceratitis fasciventris* et 8 (0,001%) individus de *Ceratitis punctata*.

Tableau 14. Abondance absolue des espèces de mouches dans les vergers de la zone Casamance.

vergers	espèces zone Casamance							
	<i>B. dorsalis</i>	<i>C. silvestrii</i>	<i>C. capitata</i>	<i>C. cosyra</i>	<i>C. bremii</i>	<i>C. punctata</i>	<i>C. fasciventris</i>	<i>Z. cucurbitae</i>
SN3V3	96840	83	93	10548	12	0	0	501
SN3V4	80899	72	273	15686	24	0	9	1198
SN3V5	62816	58	299	4319	24	8	0	492
SN3V6	127997	6	95	3257	0	0	0	1406
SN3V7	139449	0	136	7840	4	0	0	2037
Total	508001	219	896	41650	64	8	9	5634
	556481							

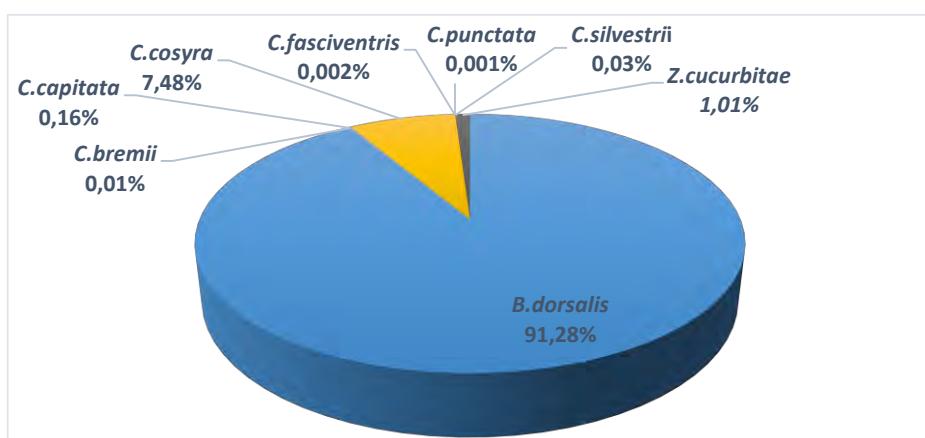


Figure 5. Abondance relative des espèces de mouches capturées dans les 5 vergers confondus de la zone Casamance

3. Dynamique des mouches des fruits

L'analyse de la dynamique des mouches est faite à l'échelle de la zone et du verger, et a porté sur les principales espèces composées de *Bactrocera dorsalis*, *Ceratitis cosyra*, *Ceratitis capitata* et *Ceratitis silvestrii*. Ces quatre espèces sont présentes dans chaque zone et représentent 99,01 % des captures pour toutes zones confondues.

3.1. Dynamique des mouches à l'échelle de la zone

3.1.1. Dynamique de *Bactrocera dorsalis*

La figure 6 montre les variations du nombre d'individus de *B. dorsalis* capturé de janvier à septembre 2018 selon les zones. Le test d'analyse de variance non paramétrique réalisé sur les données de comptage des mouches, montre que l'effet des zones, est statistiquement significatif ($p < 2.2e-16$) sur la dynamique des mouches avec un niveau de significativité de 0,001. Durant toute la période de fonctionnement du dispositif, il n'existe pas un seul mois durant lequel des individus de l'espèce n'ont pas été capturés. Les maxima de capture sont obtenus entre juin et septembre pour l'ensemble des trois zones, avec des variations remarquables d'une zone à l'autre. L'espèce a atteint son pic d'abondance en juillet dans la zone Casamance avec $(5405.30 \pm 2536.47c)$ individus en moyenne, et en août dans la zone Centre et des Niayes avec respectivement $(7456.85 \pm 4008.02a)$ et $(5598.40 \pm 4057.82 b)$ mouches. Pour les autres mois de l'année, les populations de l'espèce restent faibles et varient entre $4.00 \pm 5.24z$ et $703.45 \pm 1016.49k$ individus en moyenne. Les captures moyennes avec les mêmes lettres dans une zone ou d'une zone à l'autre n'ont pas une différence statistiquement significative d'après le test de comparaison multiple de Student Newman-Keuls (tableau 15).

Tableau 15. Moyennes mensuelles des captures de *Bactrocera dorsalis* à l'échelle de la zone

mois	Captures moyennes mensuelles de <i>Bactrocera dorsalis</i> au Sénégal en 2018									
	Niayes			Centre			Casamance			répétition
	moyennes	groupes	écart-types	moyennes	groupes	écart-types	moyennes	groupes	écart-types	
janvier	5.25	z	5.93	199.10	t	338.91	662.95	l	692.41	20
février	4.00	z	5.24	48.30	y	96.92	703.45	k	1016.49	20
mars	11.45	z	19.44	11.90	z	15.35	309.00	r	221.60	20
avril	5.00	z	9.36	83.80	w	177.77	380.20	p	207.51	20
mai	11.75	z	31.10	571.15	m	805.66	421.55	o	546.50	20
juin	177.90	u	385.79	2118.45	i	1833.14	1300.95	j	874.92	20
juillet	2860.65	g	4302.20	4917.40	d	3081.48	5405.30	c	2536.47	20
août	5598.40	b	4057.82	7456.85	a	4008.02	3774.35	e	2413.95	20
septembre	2984.75	f	1543.64	2204.65	h	1537.05	543.45	n	169.62	20
octobre	240.65	s	251.32	325.50	q	230.10	207.25	t	75.99	20
novembre	58.25	xy	113.95	139.35	v	146.24	132.50	v	120.27	20
décembre	8.25	z	15.94	74.75	wx	108.03	66.55	wxy	54.51	20

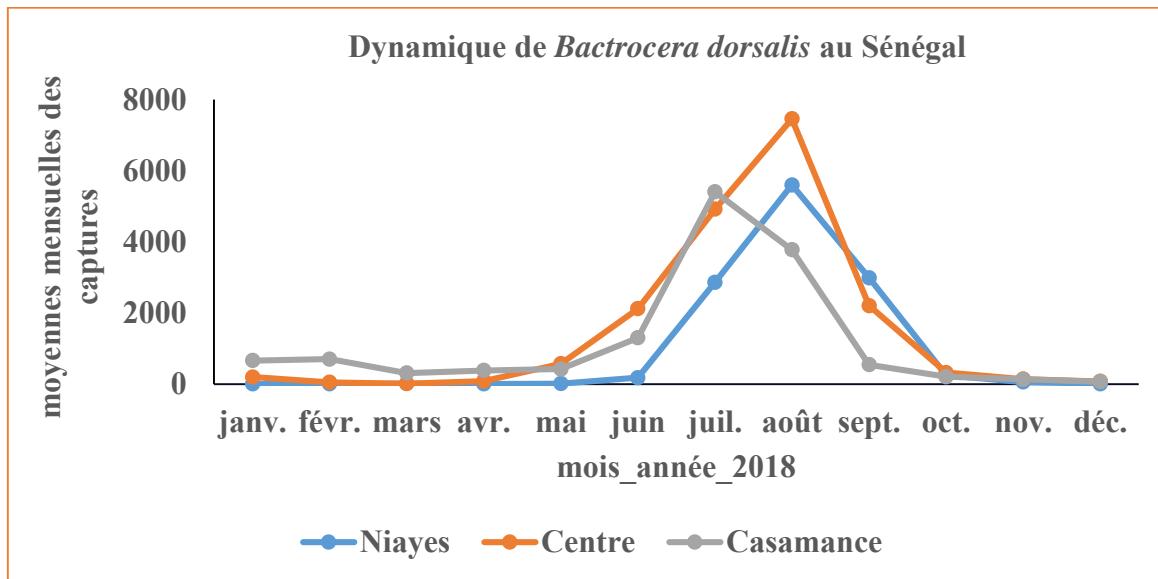


Figure 6. Fluctuation de *Bactrocera dorsalis* dans les Niayes, le Centre et la Casamance.

3.1.2. Dynamique de *Ceratitis cosyra*

La figure 7 traduit la fluctuation de *Ceratitis cosyra* en fonction des mois selon les zones. Un test non paramétrique réalisé sur les effectifs des populations capturées, montre un effet statistiquement significatif des zones ($p < 2.2e-16$) sur la dynamique des mouches avec un niveau de significativité de 0,001. Les captures les plus élevées sont obtenues entre mars et août et sont plus importantes dans les zones Centre et Casamance. Le pic des populations de l'espèce est apparu au mois de juin pour les zones Casamance (711.90 ± 825.12 b) et Centre (886.70 ± 807.30 a), et d'août pour la zone des Niayes (155.50 ± 224.54 h). Le nombre moyen d'individus de *C. cosyra*, capturé entre septembre et février, varie de 0 à 71.55 ± 86.18 . Dans le (tableau 16), toutes les autres captures moyennes avec les mêmes lettres, ne présentent aucune différence significative d'après le test de comparaison multiple appliqué aux données.

Tableau 16. Moyennes mensuelles des captures de *Ceratitis cosyra* à l'échelle de la zone

mois	Captures moyennes mensuelles de <i>Ceratitis cosyra</i> au Sénégal en 2018									
	Niayes			Centre			Casamance			répétition
	moyennes	groupes	écart-types	moyennes	groupes	écart-types	moyennes	groupes	écart-types	
janvier	3.85	rs	4.35	5.65	rs	10.41	17.40	pq	14.18	20
février	8.85	qrs	16.58	15.80	pq	38.18	71.55	l	86.18	20
mars	19.85	p	25.26	57.60	m	89.73	226.20	e	231.64	20
avril	3.00	rs	8.47	127.25	j	103.81	215.60	f	175.42	20
mai	12.90	pqr	23.96	610.90	c	824.58	193.30	g	404.30	20
juin	126.30	j	147.84	886.70	a	807.30	711.90	b	825.12	20
juillet	99.40	k	141.40	138.85	i	141.63	352.75	d	343.35	20
août	155.50	h	224.54	34.30	o	57.38	27.90	o	42.70	20
septembre	42.85	n	108.30	1.50	s	3.30	4.70	rs	8.96	20
octobre	0.45	s	1.14	0.25	s	0.55	0.40	s	1.78	20
novembre	0.30	s	0.92	1.15	s	1.81	0.00	s	0.00	20
décembre	0.20	s	0.52	0.30	s	0.57	0.00	s	0.00	20

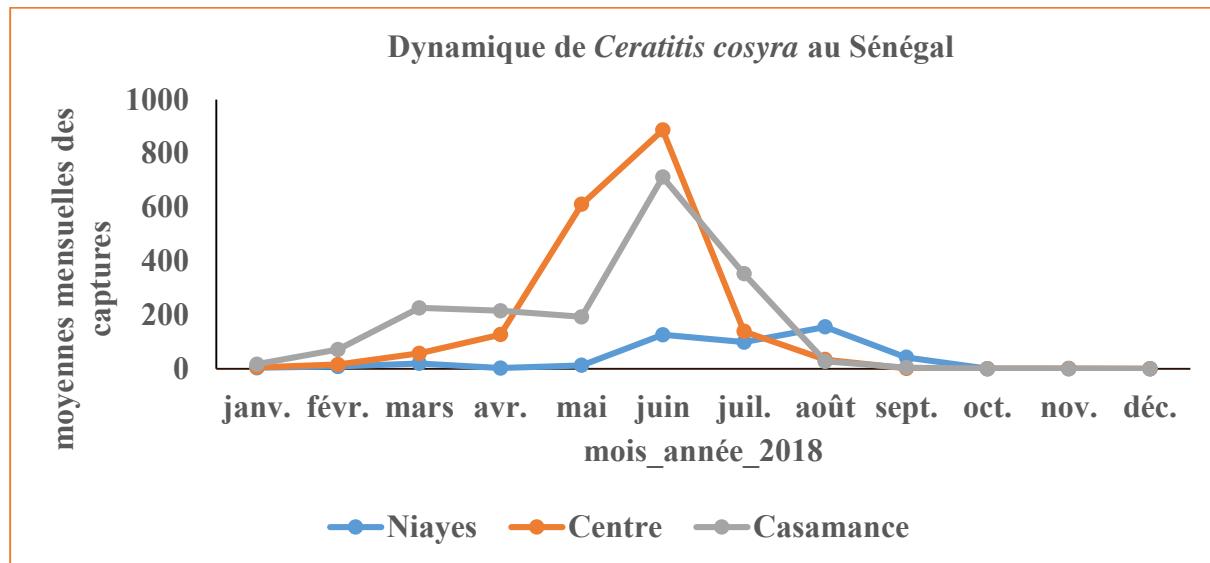


Figure 7. Fluctuation de *Ceratitis cosyra* dans les Niayes, le Centre et la Casamance.

3.1.3. Dynamique de *Ceratitis capitata*

La figure 8 montre la fluctuation de *Ceratitis capitata* en fonction des mois de l'année, selon les zones. L'analyse de variance non paramétrique effectuée sur les données de comptage des individus de l'espèce, montre que l'effet des zones est statistiquement significatif ($p < 2.2e-16$) sur la dynamique de ses populations avec un niveau de significativité de 0,001. Les captures essentielles de l'espèce sont faites dans la zone des Niayes entre février et octobre, avec un pic au mois d'août (115.35 ± 153.94). Le nombre de mouches piégées varie entre 0.15 ± 0.48 h et 5.55 ± 6.56 individus en moyenne dans le Centre et entre 0 et 8.20 ± 10.02 en Casamance. Les moyennes avec les mêmes lettres n'ont aucune différence significative dans une zone donnée et d'une zone à l'autre (tableau 17).

Tableau 17. Moyennes mensuelles des captures de *Ceratitis capitata* à l'échelle de la zone

mois	Captures moyennes mensuelles de <i>Ceratitis capitata</i> au Sénégal en 2018									
	Niayes			Centre			Casamance			répétition
	moyennes	groupes	écart-types	moyennes	groupes	écart-types	moyennes	groupes	écart-types	
janvier	10.35	f	22.45	0.25	h	0.55	3.60	gh	5.97	20
février	22.10	e	59.64	0.25	h	0.55	3.15	gh	5.70	20
mars	75.30	c	141.93	0.50	h	1.23	3.75	gh	4.68	20
avril	94.65	b	146.62	0.60	h	1.84	8.20	fg	10.02	20
mai	74.85	c	136.39	0.20	h	0.52	0.85	h	2.20	20
juin	72.50	c	138.02	0.70	h	0.92	2.05	gh	3.53	20
juillet	59.40	d	117.91	5.55	fgh	6.56	4.35	fgh	6.44	20
août	115.35	a	153.94	5.30	fgh	6.60	7.15	fgh	6.53	20
septembre	70.90	c	150.39	3.75	gh	5.54	3.70	gh	5.32	20
octobre	19.95	e	35.97	0.30	h	0.80	0.25	h	0.44	20
novembre	8.95	fg	19.67	0.55	h	1.79	0.00	h	0.00	20
décembre	2.05	gh	6.90	0.15	h	0.48	0.00	h	0.00	20

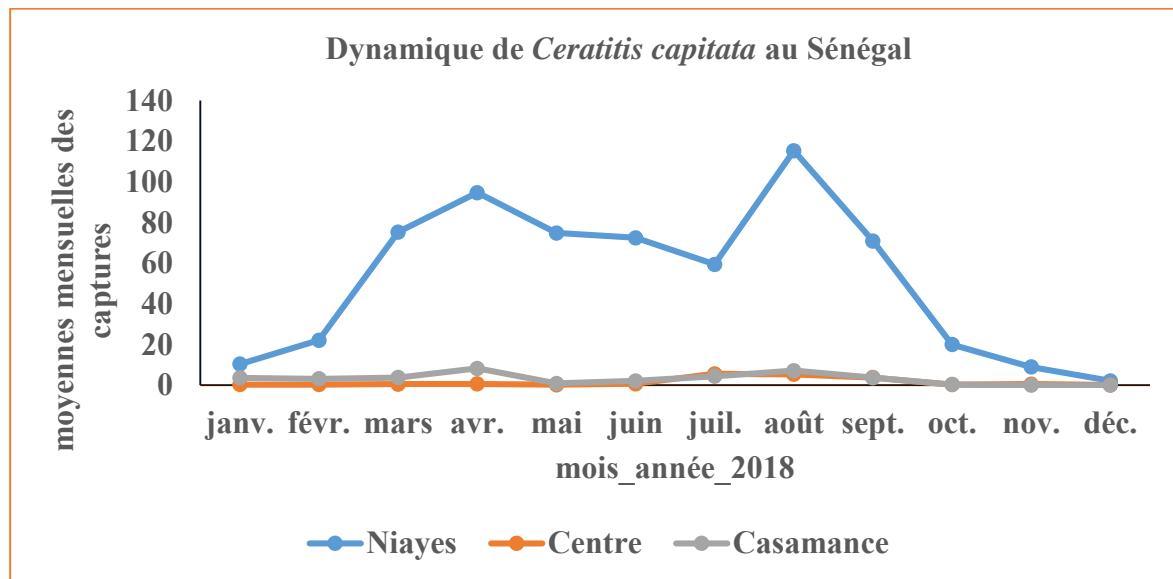


Figure 8. Fluctuation de *Ceratitis capitata* dans les Niayes, le Centre et la Casamance.

3.1.4. Dynamique de *Ceratitis silvestrii*

Les populations de l'espèce varient en fonction des mois selon les zones (figure 9). L'effet des zones est statistiquement significatif ($p < 2.2e-16$) sur la dynamique des mouches avec un niveau de significativité de 0,001. La majorité des individus de l'espèce, se trouve dans la zone des Niayes, aux mois de février, mars, avril, et dans la zone Centre aux mois de février, mars, avril, mai et juin. Dans les Niayes, les populations de l'espèce varient de $(100.25 \pm 164.07\text{g})$ en février à $(1960.65 \pm 1955.40\text{a})$ individus en mars. A partir de mars, les populations de l'espèce ont considérablement baissées pour atteindre $(163.20 \pm 233.54\text{ e})$ individus en avril. Au niveau de la zone Centre, les maxima de capture sont obtenus aux mois de mai ($457.60 \pm 816.00\text{b}$) et mars ($453.90 \pm 647.14\text{b}$) avec une différence non significative. En Casamance, la mouche y est

faiblement pullulante avec des moyennes qui varient sans différences significatives, entre 0 et 2.25 ± 10.06 individus (tableau 18).

Tableau 18. Moyennes mensuelles des captures de *Ceratitis silvestrii* à l'échelle de la zone

mois	Captures moyennes mensuelles de <i>Ceratitis silvestrii</i> au Sénégal en 2018									
	Niayes			Centre			Casamance			répétition
mois	moyennes	groupes	écart-types	moyennes	groupes	écart-types	moyennes	groupes	écart-types	
janvier	14.90	j	21.82	86.15	h	78.23	0.00	k	0.00	20
février	100.25	g	164.07	175.60	d	174.08	0.00	k	0.00	20
mars	1960.65	a	1955.40	453.90	b	647.14	0.00	k	0.00	20
avril	163.20	e	233.54	220.20	c	209.75	0.00	k	0.00	20
mai	70.65	i	104.62	457.60	b	816.00	2.25	k	10.06	20
juin	108.75	f	278.17	213.55	c	311.49	0.00	k	0.00	20
juillet	7.70	jk	25.31	3.70	k	10.07	0.00	k	0.00	20
août	0.25	k	1.11	0.10	k	0.44	0.30	k	1.34	20
septembre	0.00	k	0.00	0.00	k	0.00	0.00	k	0.00	20
octobre	0.45	k	1.14	0.00	k	0.00	0.00	k	0.00	20
novembre	0.05	k	0.22	0.25	k	0.78	0.00	k	0.00	20
décembre	0.00	k	0.00	0.10	k	0.44	0.00	k	0.00	20

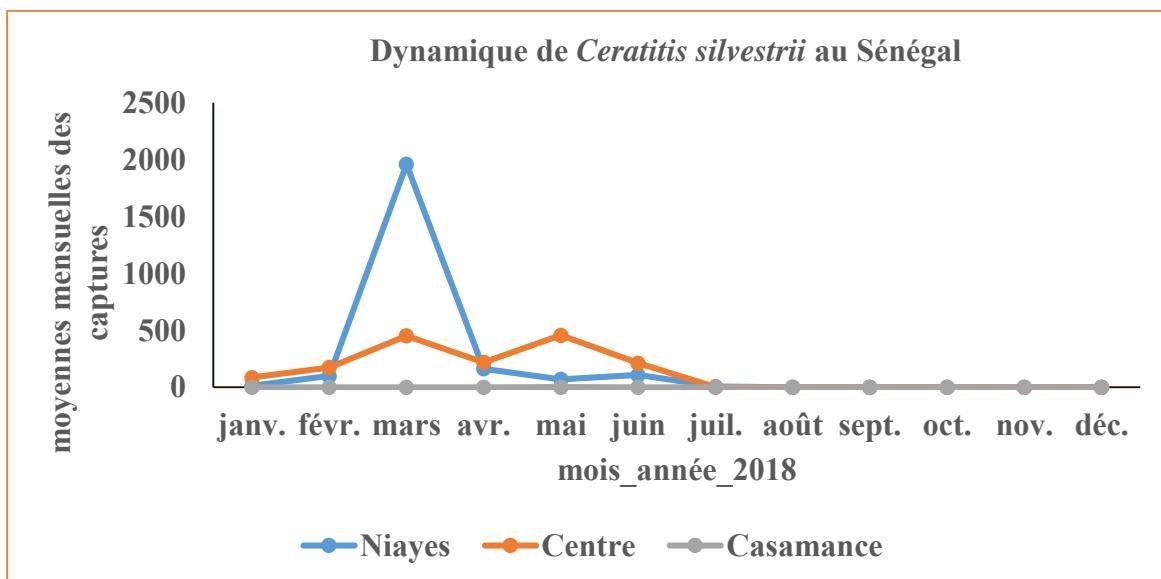


Figure 9. Fluctuation de *Ceratitis silvestrii* dans les Niayes, le Centre et la Casamance

3.2. Dynamique des mouches à l'échelle du verger

3.2.1. Dynamique des mouches dans les vergers de la zone Centre

3.2.1.1. Dynamique de *Bactrocera dorsalis*

La figure10 montre les variations du nombre d'individus de *B. dorsalis* capturés de janvier à septembre 2018 dans la zone centre, selon les vergers. Le test d'analyse de variance non paramétrique réalisé sur les données de comptage des mouches, montre que l'effet des vergers, est statistiquement significatif ($p < 2.2\text{e-}16$) sur la dynamique des mouches avec un niveau de significativité de 0,001. Durant toute la période de fonctionnement du dispositif, il n'existe pas un seul mois durant lequel des individus de l'espèce n'ont pas été capturés. Les captures les plus importantes sont obtenues au cours de la période allant de juin à septembre pour l'ensemble des cinq vergers, avec des variations remarquables d'un verger à l'autre. Le pic des populations de l'espèce est atteint en août dans chacun des cinq vergers avec, $(11992.75 \pm 2214.44 \text{ a})$ individus en moyenne dans SN2V2, $(7676.00 \pm 4414.70 \text{ b})$ dans SN2V8, $(7509.75 \pm 3982.14 \text{ c})$ dans SN2V1, $(5238.75 \pm 1992.08 \text{ e})$ dans SN2V4, et $(4867.00 \pm 3810.23 \text{ g})$ dans SN2V5. Les captures moyennes de la mouche, suivant les vergers et les mois, varient entre $(0.25 \pm 0.50 \text{ F})$ et $(1738.50 \pm 610.50 \text{ q})$ pour la période de janvier à mai et entre $(4.25 \pm 2.87 \text{ F})$ et $(520.00 \pm 433.01 \text{ v})$ pour celle d'octobre à décembre. Les captures moyennes avec les mêmes lettres dans un verger ou d'un verger à l'autre n'ont pas une différence statistiquement significative d'après le test de comparaison multiple de Student Newman-Keuls (tableau 19).

Tableau 19. Moyennes mensuelles des captures de *Bactrocera dorsalis* dans les vergers de la zone Centre.

mois	Captures moyennes mensuelles de <i>Bactrocera dorsalis</i> dans la zone Centre année 2018					Répétition
	SN2V1	SN2V2	SN2V4	SN2V5	SN2V8	
	moyennes					
janvier	13.50 ± 6.95 F	71.50 ± 44.88 BCDE	55.50 ± 10.96 CDEF	830.75 ± 239.20 u	24.25 ± 14.15 EF	4
février	16.50 ± 29.01 F	16.75 ± 19.12 F	36.00 ± 19.78 DEF	169.00 ± 181.33 A	3.25 ± 3.20 F	4
mars	2.25 ± 2.21 F	27.75 ± 15.94 EF	5.50 ± 2.38 F	23.00 ± 19.76 EF	1.00 ± 0.81 F	4
avril	29.50 ± 38.89 EF	321.25 ± 319.89 x	15.00 ± 7.16 F	53.00 ± 16.51 CDEF	0.25 ± 0.50 F	4
mai	829.00 ± 916.72 u	1738.50 ± 610.50 q	52.75 ± 14.63 CDEF	234.50 ± 221.68 z	1.00 ± 1.41 F	4
juin	3628.75 ± 1570.80 l	2797.00 ± 465.28 o	1097.00 ± 1748.14 s	2983.25 ± 1997.09 m	86.25 ± 65.02 BC	4
juillet	3728.00 ± 1215.15 k	6527.25 ± 2655.34 d	4454.50 ± 590.99 i	4829.00 ± 1187.66 h	5048.25 ± 6647.59 f	4
août	7509.75 ± 3982.14 c	11992.75 ± 2214.44 a	5238.75 ± 1992.08 e	4867.00 ± 3810.23 g	7676.00 ± 4414.70 b	4
septembre	2902.00 ± 2057.43 n	3802.50 ± 1369.98 j	957.50 ± 190.54 t	1379.50 ± 441.90 r	1981.75 ± 1233.15 p	4
octobre	110.50 ± 47.92 B	520.00 ± 433.01 v	388.25 ± 29.15 w	365.75 ± 38.39 w	243.00 ± 121.08 yz	4
novembre	17.00 ± 3.46 F	80.50 ± 6.35 BCD	259.25 ± 66.94 yz	320.25 ± 154.52 x	19.75 ± 24.33 F	4
décembre	4.25 ± 2.87 F	35.75 ± 30.31 DEF	50.50 ± 31.96 CDEF	278.75 ± 21.23 y	4.50 ± 4.04 F	4

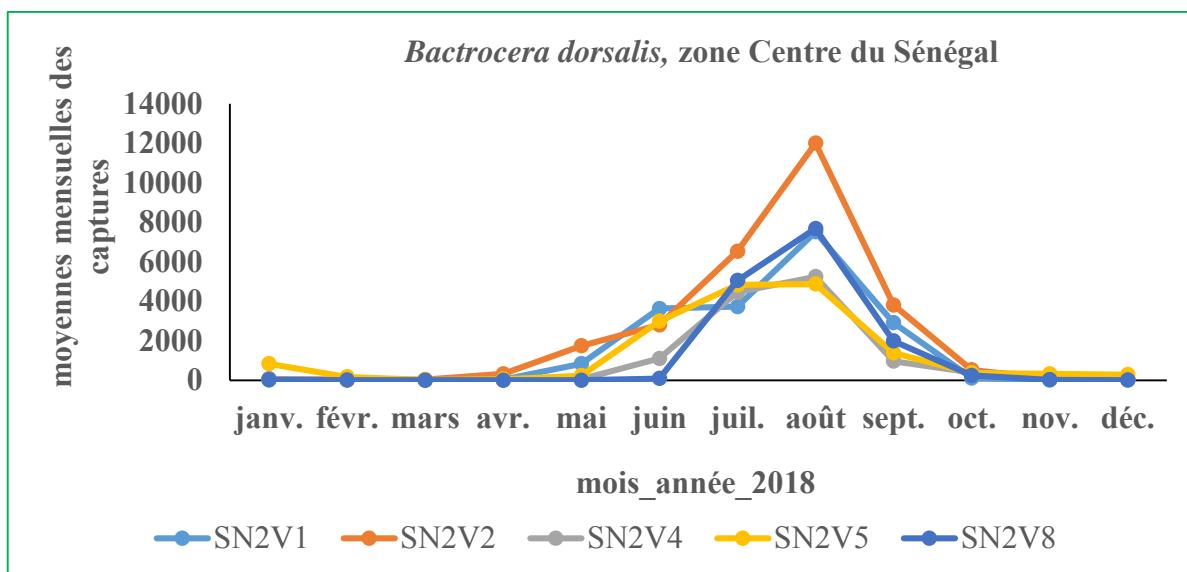


Figure 10. Fluctuation de *B.dorsalis* dans les vergers de la zone Centre

3.2.1.2. Dynamique de *Ceratitis cosyra*

La figure 11 traduit la fluctuation des populations de *C. cosyra* en fonction des mois selon les vergers. Un test non paramétrique réalisé sur les effectifs des populations capturées, montre un effet statistiquement significatif des vergers ($p < 2.2e-16$) sur la dynamique des mouches avec un niveau de significativité de 0,001. Les captures les plus élevées sont obtenues entre avril et juillet. Le pic d'abondance des populations de l'espèce est apparu au mois de mai dans les vergers SN2V4 et SN2V5 avec respectivement $(584.25 \pm 295.68$ e) et $(520.00 \pm 273.51$ f) et au mois de juin dans les vergers SN2V8, SN2V1 et SN2V2 avec respectivement $(1821.25 \pm 1107.75$ a), $(1245.50 \pm 792.42$ c) et $(617.25 \pm 312.44$ d) individus en moyenne. Pour les périodes allant du mois de janvier au mois d'avril, et de juillet à décembre, le nombre moyen

de mouches piégées varie respectivement entre (0.50 ± 1.00 r) et (198.25 ± 115.32 k), et 0 et (193.25 ± 42.53 k) (tableau 20).

Tableau 20. Moyennes mensuelles des captures de *Ceratitis cosyra* dans les vergers de la zone Centre

mois	Captures moyennes mensuelles de <i>Ceratitis cosyra</i> dans la zone Centre année 2018					Répétition	
	SN2V1	SN2V2	SN2V4	SN2V5	SN2V8		
janvier	11.00 ± 12.93 qr	15.00 ± 16.24 qr	0.75 ± 1.50 r	1.00 ± 1.15 r	0.50 ± 1.00 r	4	
février	20.25 ± 16.85 qr	54.00 ± 78.29 p	1.25 ± 2.50 r	2.50 ± 5.00 qr	1.00 ± 2.00 r	4	
mars	72.75 ± 33.21 o	196.00 ± 116.05 k	2.00 ± 2.30 r	7.75 ± 7.08 qr	9.50 ± 3.10 qr	4	
avril	73.75 ± 53.20 o	198.25 ± 115.32 k	184.75 ± 138.64 k	154.50 ± 54.36 l	25.00 ± 8.83 q	4	
mai	241.50 ± 130.46 j	261.00 ± 186.57 i	584.25 ± 295.68 e	520.00 ± 273.51 f	1447.75 ± 1673.69 b	4	
juin	1245.50 ± 792.42 c	617.25 ± 312.44 d	330.25 ± 144.49 h	419.25 ± 130.42 g	1821.25 ± 1107.75 a	4	
juillet	193.25 ± 42.53 k	136.25 ± 126.38 m	63.25 ± 34.90 op	191.75 ± 301.20 k	109.75 ± 29.74 n	4	
août	107.25 ± 96.15 n	22.25 ± 35.16 qr	12.25 ± 13.14 qr	17.75 ± 31.54 qr	12.00 ± 15.42 qr	4	
septembre	6.00 ± 5.59 qr	0.75 ± 0.95 r	0.00 ± 0.00 r	0.75 ± 1.50 r	0.00 ± 0.00 r	4	
octobre	0.75 ± 0.95 r	0.00 ± 0.00 r	0.00 ± 0.00 r	0.50 ± 0.57 r	0.00 ± 0.00 r	4	
novembre	0.75 ± 0.95 r	0.00 ± 0.00 r	3.75 ± 2.62 qr	0.25 ± 0.50 r	1.00 ± 0.81 r	4	
décembre	0.00 ± 0.00 r	0.00 ± 0.00 r	0.25 ± 0.50 r	0.50 ± 0.57 r	0.75 ± 0.95 r	4	

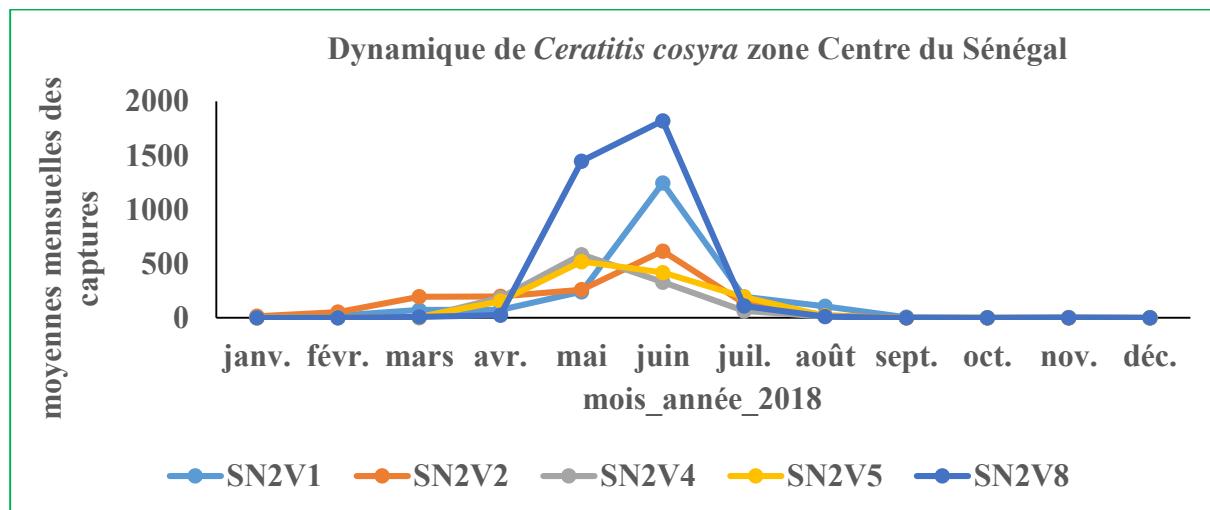


Figure 11. Fluctuation de *Ceratitis cosyra* dans les vergers de la zone Centre.

3.2.1.3. Dynamique de *Ceratitis capitata*

La figure 12 montre la fluctuation de *Ceratitis capitata* en fonction des mois de l'année selon les vergers. L'analyse de variance non paramétrique effectuée sur les données de comptage des individus de l'espèce, montre que l'effet des vergers est statistiquement significatif ($p = 4.74e-14$) sur la dynamique de ses populations avec un niveau de significativité de 0,001. Les captures essentielles des individus de l'espèce, sont réalisées entre juin et octobre dans les vergers SN2V1 et SN2V2, juillet et octobre dans SN2V4 et SN2V5, et entre juin et septembre dans SN2V8. La moyenne maximale des populations de l'espèce, est obtenue aux mois de juillet dans les vergers SN2V2 (14.25 ± 7.41 a) et SN2V8 (6.50 ± 5.91 bc), août dans SN2V1 ($7.50 \pm$

5.06 b) et SN2V4 (6.25 ± 11.84 bc) et septembre dans SN2V5 (6.00 ± 4.08 bc). Les captures moyennes obtenues pendant les périodes s'étalant de janvier à juin et d'octobre à décembre, pour les vergers SN2V1 et SN2V2, de janvier à juillet et d'octobre à décembre, pour les vergers SN2V4 et SN2V5, de janvier à juin et de septembre à octobre, pour le verger SN2V8, ne présentent aucune différence significative et varient entre 0 et (3.00 ± 3.46 d).

Tableau 21. Moyennes mensuelles des captures de *Ceratitis capitata* dans les vergers de la zone Centre.

mois	Captures moyennes mensuelles de <i>Ceratitis capitata</i> dans la zone Centre année 2018					Répétition
	SN2V1	SN2V2	SN2V4	SN2V5	SN2V8	
	moyennes					
janvier	0.50 ± 1.00 d	0.50 ± 0.57 d	0.00 ± 0.00 d	0.00 ± 0.00 d	0.25 ± 0.50 d	4
février	0.00 ± 0.00 d	0.75 ± 0.95 d	0.00 ± 0.00 d	0.00 ± 0.00 d	0.50 ± 0.57 d	4
mars	0.50 ± 1.00 d	1.75 ± 2.36 d	0.00 ± 0.00 d	0.00 ± 0.00 d	0.25 ± 0.50 d	4
avril	0.00 ± 0.00 d	3.00 ± 3.46 d	0.00 ± 0.00 d	0.00 ± 0.00 d	0.00 ± 0.00 d	4
mai	0.00 ± 0.00 d	1.00 ± 0.81 d	0.00 ± 0.00 d	0.00 ± 0.00 d	0.00 ± 0.00 d	4
juin	0.50 ± 1.00 d	0.75 ± 0.95 d	0.25 ± 0.50 d	1.25 ± 1.50 d	0.75 ± 0.50 d	4
juillet	6.00 ± 3.16 bc	14.25 ± 7.41 a	1.00 ± 1.41 d	0.00 ± 0.00 d	6.50 ± 5.91 bc	4
août	7.50 ± 5.06 b	8.00 ± 7.57 b	6.25 ± 11.84 bc	2.50 ± 2.08 d	2.25 ± 2.87 d	4
septembre	3.75 ± 6.23 cd	3.00 ± 2.44 d	5.50 ± 10.34 bc	6.00 ± 4.08 bc	0.50 ± 0.57 d	4
octobre	0.00 ± 0.00 d	0.00 ± 0.00 d	0.00 ± 0.00 d	0.25 ± 0.50 d	1.25 ± 1.50 d	4
novembre	2.00 ± 4.00 d	0.00 ± 0.00 d	0.25 ± 0.50 d	0.25 ± 0.50 d	0.25 ± 0.50 d	4
décembre	0.00 ± 0.00 d	0.00 ± 0.00 d	0.00 ± 0.00 d	0.00 ± 0.00 d	0.75 ± 0.95 d	4

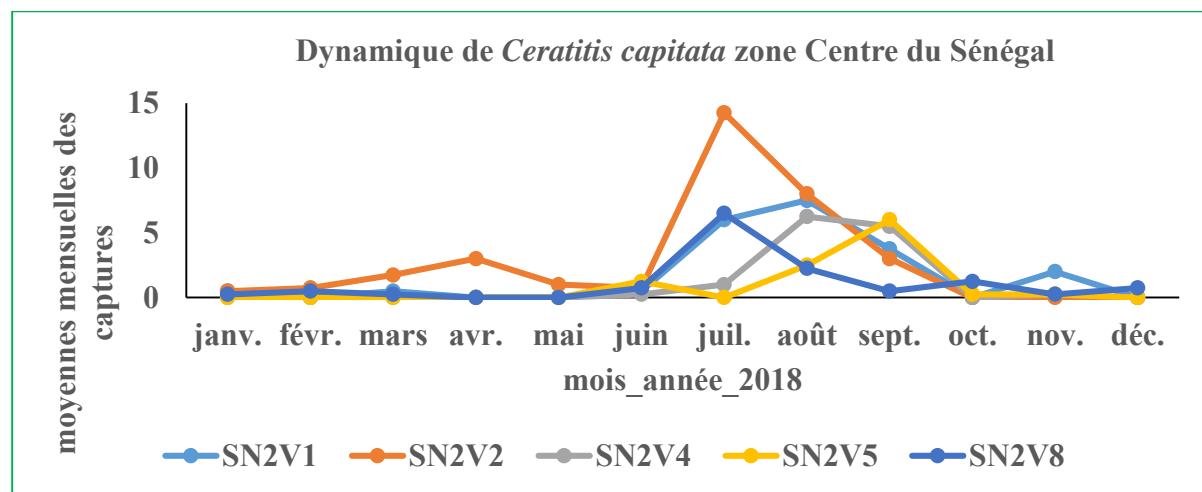


Figure 12. Fluctuation de *Ceratitis capitata* dans les vergers de la zone Centre.

3.2.1.4. Dynamique de *Ceratitis silvestrii*

Les populations de l'espèce varient en fonction des mois selon les vergers (figure 13). L'effet des vergers est statistiquement significatif ($p < 2.2e-16$) sur la dynamique des mouches avec un niveau de significativité de 0,001. Les captures essentielles sont faites entre janvier et juillet, dont les plus élevées sont obtenues en mai dans les vergers SN2V2 (1586.00 ± 1315.38 a) et SN2V1 (552.25 ± 304.30 c) et en mars dans les vergers SN2V8 (317.75 ± 171.22 h), SN2V4 (229.75 ± 157.47 i) et SN2V5 (68.25 ± 34.73 n). La mouche est totalement absente dans les

pièges de juillet à décembre dans SN2V1, d'août à décembre dans SN2V2, SN2V4 et SN2V5 et de septembre à octobre dans SN2V8. Les captures moyennes avec les mêmes lettres, ne présentent aucune différence significative d'un mois à l'autre pour un verger donné et d'un verger à l'autre pour un mois donné (tableau 22).

Tableau 22. Moyennes mensuelles des captures de *Ceratitis silvestrii* dans les vergers de la zone Centre.

mois	Captures moyennes mensuelles de <i>Ceratitis silvestrii</i> dans la zone Centre année 2018					Répétition
	SN2V1	SN2V2	SN2V4	SN2V5	SN2V8	
janvier	62.00 ± 79.73 n	105.25 ± 91.48 m	140.75 ± 92.88 l	9.25 ± 6.18 q	113.50 ± 35.38 m	4
février	159.50 ± 96.19 k	342.50 ± 311.57 g	187.75 ± 46.01 j	28.75 ± 26.37 p	159.50 ± 126.51 k	4
mars	338.75 ± 134.84 g	1315.00 ± 1132.47 b	229.75 ± 157.47 i	68.25 ± 34.73 n	317.75 ± 171.22 h	4
avril	323.75 ± 170.63 h	498.25 ± 197.77 e	193.00 ± 72.88 j	59.25 ± 43.41 n	26.75 ± 20.28 p	4
mai	552.25 ± 304.30 c	1586.00 ± 1315.38 a	115.00 ± 102.69 m	18.00 ± 22.40 pq	16.75 ± 16.72 pq	4
juin	511.50 ± 434.07 d	471.00 ± 281.52 f	46.00 ± 18.01 o	7.00 ± 2.16 q	32.25 ± 40.51 p	4
juillet	0.00 ± 0.00 q	11.00 ± 22.00 q	0.75 ± 0.95 q	2.25 ± 4.50 q	4.50 ± 5.74 q	4
août	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.50 ± 1.00 q	4
septembre	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	4
octobre	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	4
novembre	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	1.25 ± 1.50 q	4
décembre	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.50 ± 1.00 q	4

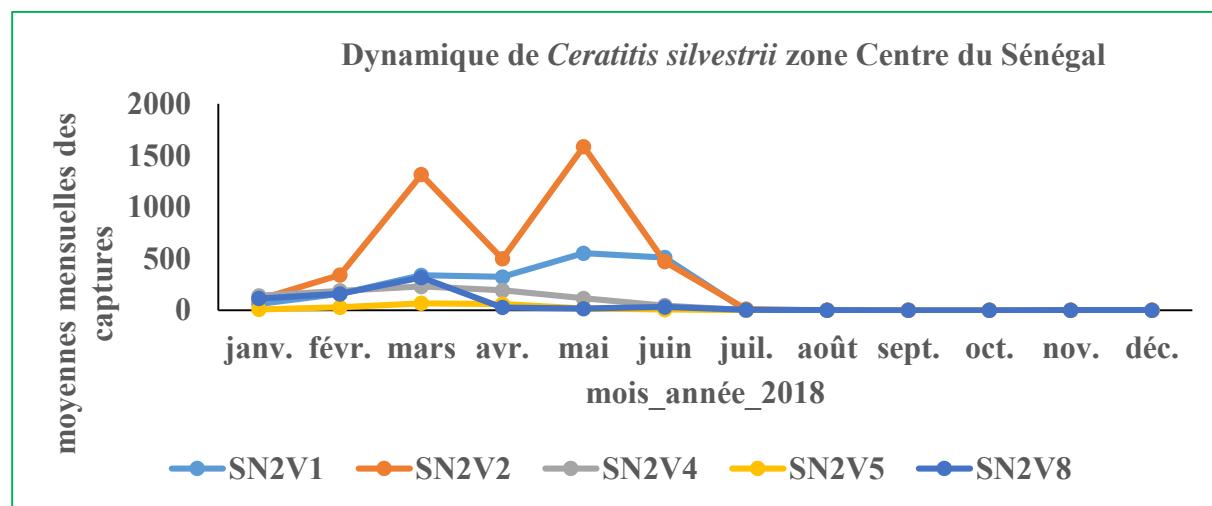


Figure 13. Fluctuation de *Ceratitis silvestrii* dans les vergers de la zone Centre.

3.2.2. Dynamique des mouches dans les vergers de la zone des Niayes

3.2.2.1. Dynamique de *Bactrocera dorsalis*

La figure 14 traduit la fluctuation des populations de *B. dorsalis* dans les vergers de la zone des Niayes, en fonction des mois de l'année. Il est noté après une analyse statistique des données, un effet significatif ($p < 2.2e-16$) des vergers sur la dynamique des mouches avec un niveau de significativité de 0,001. La période de forte pullulation de l'espèce s'étend de juin à octobre pour les vergers SN1V9 et SN1V10, et de juillet à octobre pour les vergers SN1V6, SN1V7 et SN1V8. Le pic des populations de l'espèce, est apparu en juillet dans les vergers SN1V9 (7097.50 ± 6364.54 c) et SN1V10 (5643.50 ± 4426.80 e) et en août dans les vergers SN1V6 (7925.25 ± 4955.41 a), SN1V8 (7538.25 ± 3956.66 b) et SN1V7 (3882.75 ± 4856.60 f). Les plus faibles captures sont enregistrées entre janvier et mai dans les vergers SN1V9 et SN1V10, janvier et juin dans les vergers SN1V6, SN1V7 et SN1V8, octobre et décembre dans tous les vergers excepté SN1V10.

Tableau 23. Moyennes mensuelles des captures de *Bactrocera dorsalis* dans les vergers de la zone des Niayes.

mois	Captures moyennes mensuelles de <i>Bactrocera dorsalis</i> dans la zone des Niayes année 2018					Répétition
	SN1V6	SN1V7	SN1V8	SN1V9	SN1V10	
janvier	1.75 ± 1.50 t	0.75 ± 0.95 t	3.25 ± 5.25 t	13.25 ± 4.27 t	7.25 ± 5.90 t	4
février	1.50 ± 3.00 t	1.25 ± 1.50 t	3.50 ± 3.51 t	12.75 ± 3.68 t	1.00 ± 2.00 t	4
mars	4.00 ± 8.00 t	0.50 ± 1.00 t	9.00 ± 16.06 t	43.50 ± 17.09 t	0.25 ± 0.50 t	4
avril	0.50 ± 0.57 t	5.50 ± 7.85 t	0.00 ± 0.00 t	19.00 ± 11.74 t	0.00 ± 0.00 t	4
mai	0.00 ± 0.00 t	0.00 ± 0.00 t	0.00 ± 0.00 t	25.25 ± 37.46 t	33.50 ± 57.43 t	4
juin	2.75 ± 3.40 t	7.25 ± 12.57 t	2.75 ± 5.50 t	332.50 ± 525.00 o	544.25 ± 579.08 m	4
juillet	825.75 ± 793.00 l	271.00 ± 282.23 p	465.50 ± 197.91 n	7097.50 ± 6364.54 c	5643.50 ± 4426.80 e	4
août	7925.25 ± 4955.41 a	3882.75 ± 4856.60 f	7538.25 ± 3956.66 b	5834.75 ± 3082.44 d	2811.00 ± 2095.16 h	4
septembre	3631.75 ± 2017.28 g	2465.00 ± 1748.96 j	2744.75 ± 1041.88 i	3872.25 ± 1624.03 f	2210.00 ± 1180.79 k	4
octobre	282.25 ± 272.82 p	80.75 ± 65.52 s	149.25 ± 110.72 r	123.50 ± 138.84 r	567.50 ± 285.46 m	4
novembre	39.75 ± 66.42 t	14.25 ± 17.21 t	15.75 ± 19.61 t	11.25 ± 15.96 t	210.25 ± 194.17 q	4
décembre	1.50 ± 1.73 t	1.25 ± 2.50 t	1.75 ± 2.06 t	0.25 ± 0.50 t	36.50 ± 16.27 t	4

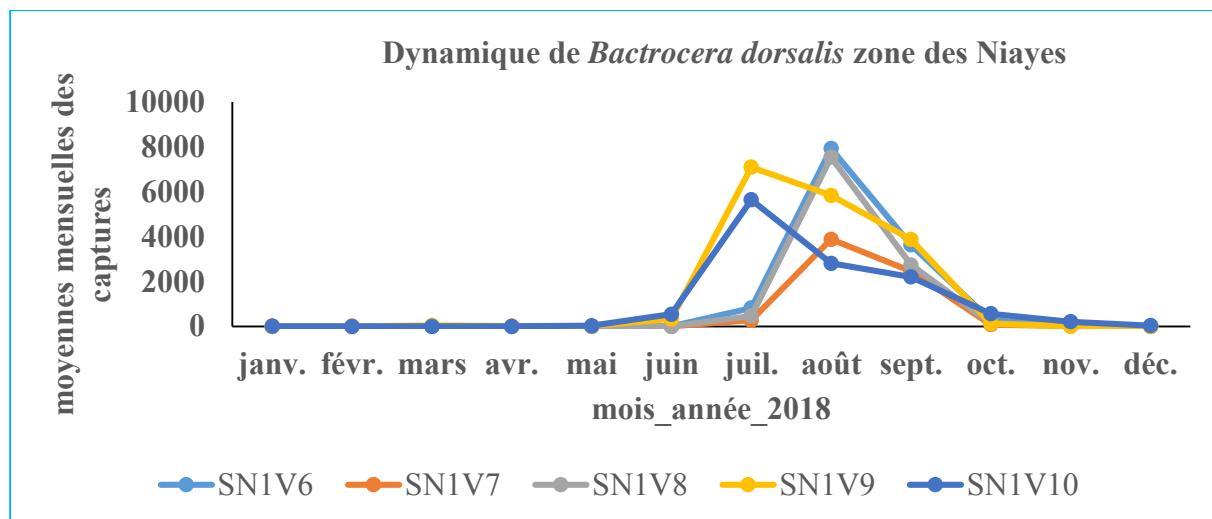


Figure 14. Fluctuation de *B.dorsalis* dans les vergers de la zone des Niayes

3.2.2.2. Dynamique de *Ceratitis cosyra*

La figure 15 présente les variations de la population de *C. cosyra* dans les vergers de la zone des Niayes en fonction des mois de l'année. Un test non paramétrique réalisé sur les effectifs des populations capturées, montre un effet statistiquement significatif des vergers ($p < 2.2e-16$) sur la dynamique des mouches avec un niveau de significativité de 0,001. La période allant de mai à octobre, renferme l'essentielle des populations de l'espèce avec un pic au mois de juin dans les vergers SN1V9 (330.00 ± 153.27 a) et SN1V10 (227.50 ± 47.94 c) et au mois d'août dans les vergers SN1V7 (297.00 ± 378.69 b), SN1V6 (174.25 ± 247.49 d) et SN1V8 (87.75 ± 64.97 g). Les captures moyennes les plus faibles, obtenues dans les vergers, sont réalisées durant la période allant de janvier à mai et d'octobre à décembre.

Tableau 24. Moyennes mensuelles des captures de *Ceratitis cosyra* dans les vergers de la zone des Niayes.

mois	Captures moyennes mensuelles de <i>Ceratitis cosyra</i> dans la zone des Niayes année 2018					Répétition
	SN1V6	SN1V7	SN1V8	SN1V9	SN1V10	
janvier	1.75 ± 2.87 l	2.25 ± 4.50 l	6.75 ± 6.44 kl	6.75 ± 2.62 kl	1.75 ± 2.36 l	4
février	8.00 ± 16.00 kl	17.50 ± 35.00 jkl	5.50 ± 4.43 kl	4.50 ± 3.69 kl	8.75 ± 9.35 kl	4
mars	0.00 ± 0.00 l	0.00 ± 0.00 l	24.50 ± 26.81 j	37.75 ± 17.74 i	37.00 ± 33.29 i	4
avril	0.00 ± 0.00 l	0.00 ± 0.00 l	10.50 ± 17.23 jkl	3.50 ± 7.00 kl	1.00 ± 2.00 l	4
mai	0.00 ± 0.00 l	0.00 ± 0.00 l	7.25 ± 4.57 kl	38.00 ± 41.59 i	19.25 ± 22.50 jk	4
juin	25.50 ± 36.29 j	23.50 ± 30.11 j	25.00 ± 10.64 j	330.00 ± 153.27 a	227.50 ± 47.94 c	4
juillet	59.25 ± 38.53 h	45.25 ± 64.58 i	62.25 ± 61.45 h	108.50 ± 86.61 f	221.75 ± 285.88 c	4
août	174.25 ± 247.49 d	297.00 ± 378.69 b	87.75 ± 64.97 g	155.75 ± 244.22 e	62.75 ± 77.68 h	4
septembre	13.25 ± 18.64 jkl	174.25 ± 211.66 d	7.00 ± 10.39 kl	6.75 ± 11.58 kl	13.00 ± 8.28 jkl	4
octobre	0.00 ± 0.00 l	0.75 ± 1.50 l	0.00 ± 0.00 l	0.00 ± 0.00 l	1.50 ± 1.91 l	4
novembre	0.00 ± 0.00 l	1.00 ± 2.00 l	0.25 ± 0.50 l	0.00 ± 0.00 l	0.25 ± 0.50 l	4
décembre	0.25 ± 0.50 l	0.75 ± 0.95 l	0.00 ± 0.00 l	0.00 ± 0.00 l	0.00 ± 0.00 l	4

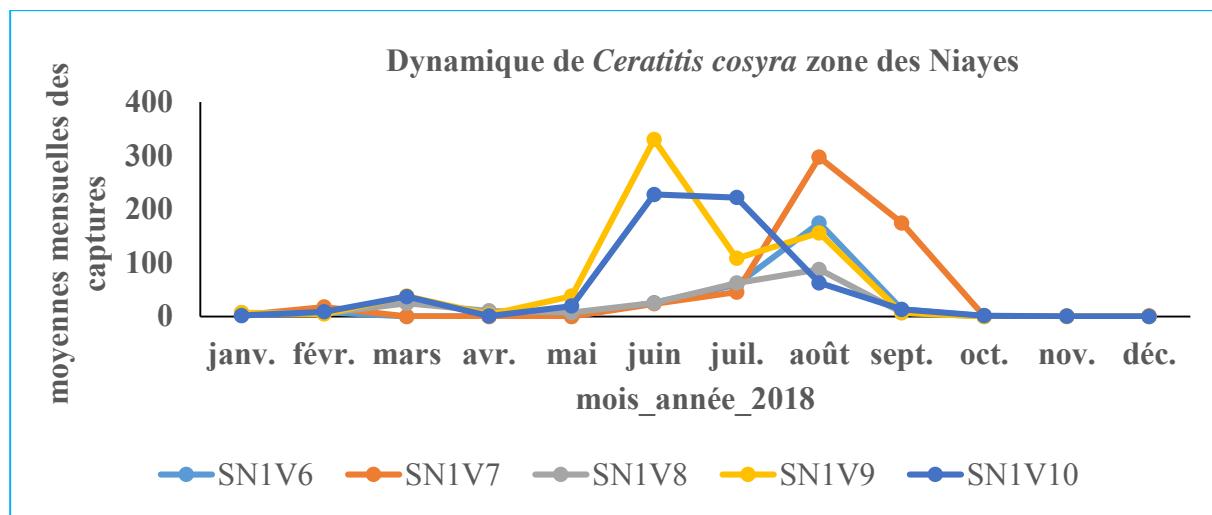


Figure 15. Fluctuation de *C. cosyra* dans les vergers de la zone des Niayes

3.2.2.3. Dynamique de *Ceratitis capitata*

La figure 16 montre l'évolution des captures moyennes de *C. capitata* dans les vergers de la zone des Niayes en fonction des mois de l'année. L'analyse statistique révèle un effet statistiquement significatif ($p < 2.2e-16$) des vergers sur l'évolution des populations de l'espèce avec un niveau de significativité de 0,001. Les plus fortes populations de l'espèce sont obtenues aux mois d'août pour les vergers SN1V7 (371.00 ± 110.08 a), SN1V8 (81.75 ± 104.35 h) et SN1V10 (63.50 ± 92.20 i), mai pour SN1V6 (229.75 ± 237.13 d) et juin pour SN1V9 (21.50 ± 14.38 mn). Les captures faites au cours des autres mois, varient entre (0.25 ± 0.50 p) et (182.50 ± 142.91 e) dans SN1V6, (0.50 ± 0.57 p) et (308.00 ± 218.07 b) dans SN1V7, 0 et (5.25 ± 8.61 p) dans SN1V8, 0 et (16.50 ± 31.03 nop) dans SN1V9 et 0 et (52.00 ± 79.06 j) dans SN1V10.

Tableau 25. Moyennes mensuelles des captures de *Ceratitis capitata* dans les vergers de la zone des Niayes.

mois	Captures moyennes mensuelles de <i>Ceratitis capitata</i> dans la zone des Niayes année 2018					Répétition
	SN1V6	SN1V7	SN1V8	SN1V9	SN1V10	
janvier	3.00 ± 3.82 p	43.50 ± 36.48 jk	0.75 ± 1.50 p	4.00 ± 0.81 p	0.50 ± 1.00 p	4
février	7.00 ± 13.34 op	93.25 ± 117.47 g	5.25 ± 8.61 p	4.75 ± 3.09 p	0.25 ± 0.50 p	4
mars	52.75 ± 66.27 j	310.75 ± 168.17 b	2.00 ± 2.82 p	10.75 ± 8.65 nop	0.25 ± 0.50 p	4
avril	182.50 ± 142.91 e	279.25 ± 163.68 c	0.00 ± 0.00 p	11.50 ± 10.34 nop	0.00 ± 0.00 p	4
mai	229.75 ± 237.13 d	144.50 ± 26.88 f	0.00 ± 0.00 p	0.00 ± 0.00 p	0.00 ± 0.00 p	4
juin	20.75 ± 16.76 mno	284.00 ± 210.57 c	0.00 ± 0.00 p	21.50 ± 14.38 mn	36.25 ± 19.53 kl	4
juillet	8.75 ± 17.50 nop	225.50 ± 182.01 d	0.00 ± 0.00 p	10.75 ± 15.08 nop	52.00 ± 79.06 j	4
août	44.00 ± 74.65 jk	371.00 ± 110.08 a	81.75 ± 104.35 h	16.50 ± 31.03 nop	63.50 ± 92.20 i	4
septembre	2.50 ± 2.51 p	308.00 ± 218.07 b	2.50 ± 1.91 p	8.75 ± 12.73 nop	32.75 ± 31.58 kl	4
octobre	0.25 ± 0.50 p	85.50 ± 28.52 gh	1.75 ± 2.06 p	0.00 ± 0.00 p	12.25 ± 8.95 nop	4
novembre	5.25 ± 6.07 p	29.00 ± 40.16 lm	4.00 ± 6.16 p	0.25 ± 0.50 p	6.25 ± 8.09 p	4
décembre	8.50 ± 15.06 nop	0.50 ± 0.57 p	0.00 ± 0.00 p	0.00 ± 0.00 p	1.25 ± 1.89 p	4

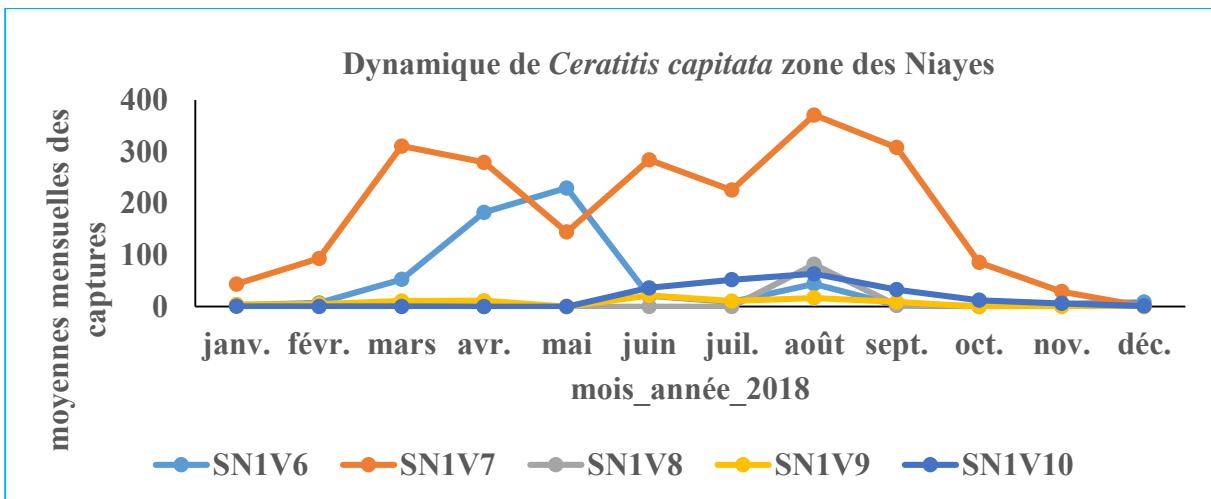


Figure 16. Fluctuation de *C. capitata* dans les vergers de la zone des Niayes

3.2.2.4. Dynamique de *Ceratitis silvestrii*

La figure 17 montre la fluctuation des populations de *C. silvestrii* dans les vergers de la zone des Niayes en fonction des mois de l'année. L'analyse statistique des données de capture, délivre des résultats qui révèlent un effet significatif ($p < 2.2e-16$) des vergers sur la dynamique des populations de l'espèce, avec un niveau de significativité de 0,001. Les individus de l'espèce sont essentiellement rencontrés dans les vergers durant la période allant de janvier à juillet, avec un pic d'abondance au mois de mars, de (3573.25 ± 2507.99) a) mouches en moyenne dans le verger SN1V6, (2709.00 ± 2066.15) b) dans SN1V7, (2000.75 ± 2163.45) c) dans SN1V9, (766.75 ± 676.73) d) dans SN1V8 et (753.50 ± 677.50) d) dans SN1V10. Les captures réalisées entre août et décembre, ne présentent aucune différence significative d'un mois à l'autre pour un verger donné, et d'un verger à l'autre pour un mois donné (tableau 26).

Tableau 26. Moyennes mensuelles des captures de *Ceratitis silvestrii* dans les vergers de la zone des Niayes.

mois	Captures moyennes mensuelles de <i>Ceratitis silvestrii</i> dans la zone des Niayes année 2018					Répétition	
	SN1V6	SN1V7	SN1V8	SN1V9	SN1V10		
janvier	9.75 ± 12.44 opq	0.50 ± 1.00 q	8.25 ± 8.05 opq	30.25 ± 34.46 mnopq	25.75 ± 27.70 nopq	4	
février	149.50 ± 296.33 j	37.25 ± 44.83 lmno	74.00 ± 66.24 k	184.75 ± 230.46 i	55.75 ± 39.44 klm	4	
mars	3573.25 ± 2507.99 a	2709.00 ± 2066.15 b	766.75 ± 676.73 d	2000.75 ± 2163.45 c	753.50 ± 677.50 d	4	
avril	236.50 ± 311.03 g	380.25 ± 311.28 f	33.75 ± 17.91 lmno	155.50 ± 166.64 j	10.00 ± 5.03 opq	4	
mai	76.25 ± 31.11 k	61.25 ± 36.28 kl	206.00 ± 175.56 h	8.75 ± 7.36 opq	1.00 ± 2.00 q	4	
juin	36.75 ± 32.95 lmno	41.75 ± 7.71 lm	420.75 ± 570.16 e	12.50 ± 15.00 opq	32.00 ± 26.68 mnop	4	
juillet	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	35.00 ± 52.47 lmno	0.00 ± 0.00 q	3.50 ± 7.0 pq	4	
août	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	1.25 ± 2.50 q	4	
septembre	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	4	
octobre	0.50 ± 1.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.75 ± 1.50 q	0.00 ± 0.00 q	1.00 ± 2.00 q	4	
novembre	0.25 ± 0.50 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	4	
décembre	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	0.00 ± 0.00 q	4	

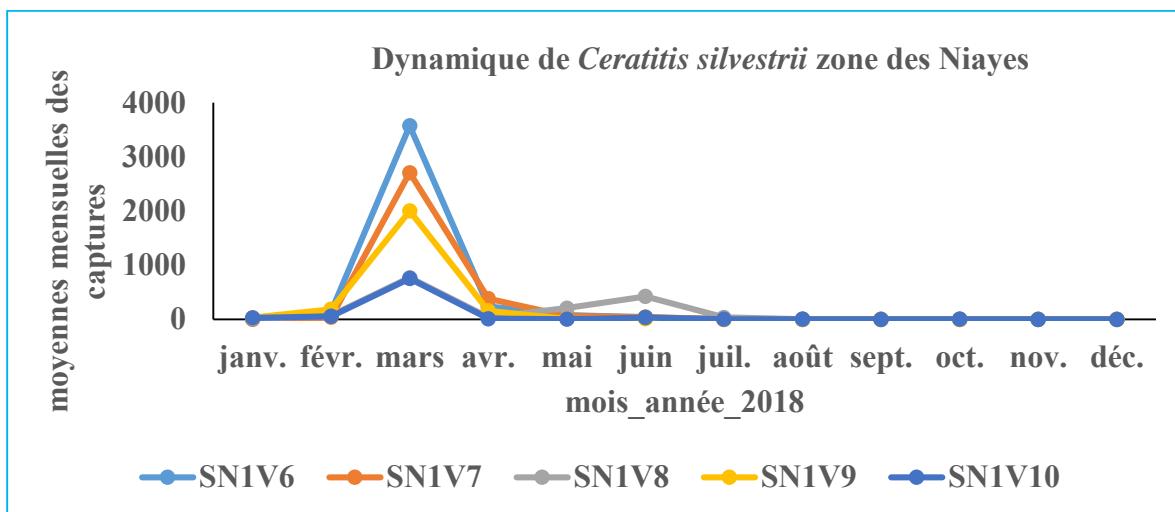


Figure 17. Fluctuation de *C. silvestrii* dans les vergers de la zone des Niayes

3.2.3. Dynamique des mouches dans les vergers de la zone Casamance

3.2.3.1. Dynamique de *Bactrocera dorsalis*

La figure 18 présente la fluctuation des populations de *B.dorsalis* dans les vergers de la zone Casamance. Les vergers ont un effet statistiquement significatif ($p < 2.2e-16$) sur la dynamique des individus de l'espèce avec un niveau de significativité de 0,001. La période allant de mai à septembre, renferme l'essentielle des populations de l'espèce. Un pic d'abondance de l'espèce, est apparu au mois de juillet dans les vergers SN3V7, SN3V6, SN3V3 et SN3V4 avec des populations moyennes respectives de (7823.50 ± 3514.10) a), (6920.75 ± 2092.38) b), (4984.50 ± 856.81) d) et (4281.50 ± 902.93) e) individus, et au mois d'août dans le verger SN3V5 avec (4149.25 ± 826.30) f) individus en moyenne. Les captures varient entre (13.25 ± 10.90) M) et (1610.25 ± 1140.67) o) individus en moyenne de janvier à mai, et entre (9.50 ± 2.0) M) et (632.25 ± 108.89) t) de septembre à décembre, avec des différences remarquables d'un verger à l'autre (tableau 27).

Tableau 27. Moyennes mensuelles des captures de *Bactrocera dorsalis* dans les vergers de la zone Casamance.

mois	Captures moyennes mensuelles de <i>Bactrocera dorsalis</i> dans la zone Casamance année 2018					Répétition
	SN3V3	SN3V4	SN3V5	SN3V6	SN3V7	
janvier	284.75 ± 52.89 C	344.25 ± 95.39 A	372.75 ± 92.46 z	702.75 ± 278.99 r	1610.25 ± 1140.67 o	4
février	274.25 ± 77.67 CD	156.00 ± 87.39 H	140.75 ± 92.90 H	494.75 ± 193.58 vw	2451.50 ± 1133.34 j	4
mars	500.00 ± 89.53 vw	152.50 ± 47.31 H	259.50 ± 87.30 DE	50.50 ± 9.98 KL	582.50 ± 140.13 u	4
avril	402.75 ± 144.65 y	507.50 ± 218.68 v	476.50 ± 148.54 wx	119.25 ± 192.52 i	395.00 ± 138.29 y	4
mai	600.25 ± 358.95 u	1279.25 ± 482.82 p	146.25 ± 114.72 H	13.25 ± 10.90 M	68.75 ± 60.02 K	4
juin	1721.00 ± 171.67 l	943.50 ± 305.18 q	467.75 ± 359.28 x	1699.75 ± 1301.92 m	1672.75 ± 1083.41 n	4
juillet	4984.50 ± 856.81 d	4281.50 ± 902.93 e	3016.25 ± 1442.66 g	6920.75 ± 2092.38 b	7823.50 ± 3514.10 a	4
août	2709.00 ± 840.58 i	2331.00 ± 1017.54 k	4149.25 ± 826.30 f	2941.25 ± 729.58 h	6741.25 ± 4099.75 c	4
septembre	654.50 ± 229.06 s	463.50 ± 57.69 x	632.25 ± 108.89 t	346.00 ± 79.63 A	621.00 ± 112.92 t	4
octobre	200.00 ± 13.29 G	200.75 ± 17.03 G	242.25 ± 84.62 EF	162.25 ± 88.89 H	231.00 ± 125.81 F	4
novembre	183.25 ± 54.99 G	309.00 ± 126.64 B	98.50 ± 22.9 4J	25.75 ± 16.74 LM	46.00 ± 8.60 KL	4
décembre	53.25 ± 24.25 KL	155.00 ± 48.04 H	62.50 ± 3.69 K	9.50 ± 2.0 M	52.50 ± 24.83 KL	4

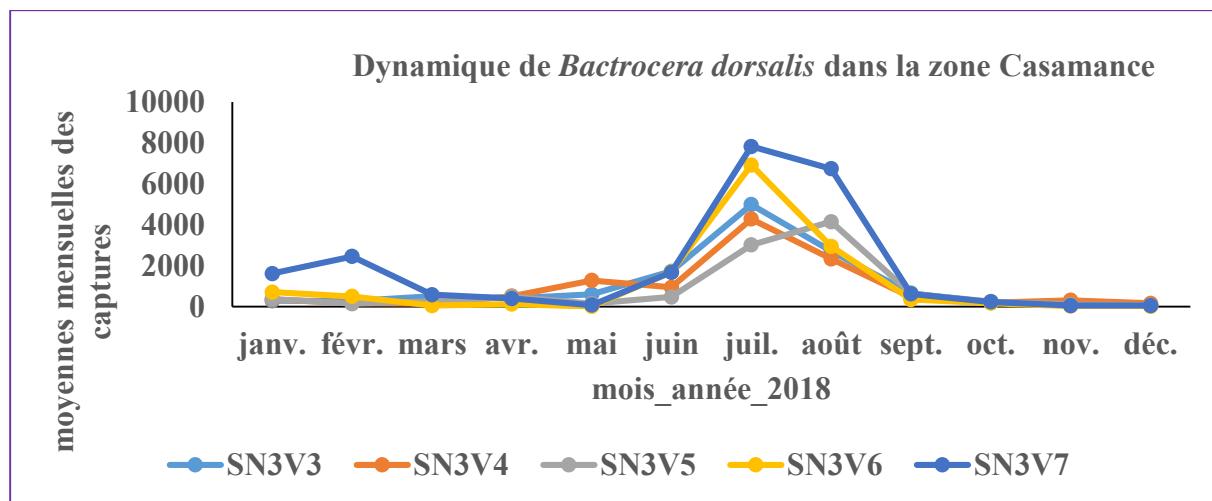


Figure 18. Fluctuation de *B.dorsalis* dans les vergers de la zone Casamance

3.2.3.2. Dynamique de *Ceratitis cosyra*

La figure 19 traduit la dynamique des populations de *C. cosyra* dans les vergers de la zone Casamance. L’effet des vergers sur la dynamique des mouches est statistiquement significatif ($p < 2.2\text{e-}16$) avec un niveau de significativité de 0,001. L’espèce a été détectée dans les vergers entre janvier et octobre pour le verger SN3V4, et entre janvier et septembre pour les autres vergers. Un pic d’abondance est atteint en juin dans le verger SN3V4 et SN3V3 avec respectivement (2158.25 ± 416.17) a) et (889.25 ± 212.85) b) individus en moyenne. La courbe de variation des captures moyennes, est quasiment linéaire dans les autres vergers avec la présence d’un faible pic d’abondance de (526.50 ± 405.01) c) au mois de mars dans le verger SN3V7. D’octobre à décembre, l’espèce est totalement absente dans les vergers, excepté le verger SN3V4 où de faibles populations sont présentes en octobre, mais absente en novembre et décembre.

Tableau 28. Moyennes mensuelles des captures de *Ceratitis cosyra* dans les vergers de la zone Casamance.

mois	Captures moyennes mensuelles de <i>Ceratitis cosyra</i> dans la zone Casamance année 2018					Répétition
	SN3V3	SN3V4	SN3V5	SN3V6	SN3V7	
janvier	10.50 ± 2.64 uvw	21.75 ± 14.99 tuv	29.50 ± 11.12 st	0.75 ± 1.50 w	24.50 ± 13.96 tu	4
février	52.25 ± 31.67 r	39.75 ± 24.83 s	91.50 ± 67.96 p	8.75 ± 12.41 uvw	165.50 ± 145.74 l	4
mars	195.50 ± 55.88 j	133.00 ± 23.56 n	208.50 ± 55.80 i	67.50 ± 43.88 q	526.50 ± 405.01 c	4
avril	248.75 ± 201.01 h	111.50 ± 62.35 o	281.00 ± 163.19 g	80.75 ± 131.42 p	356.00 ± 185.86 f	4
mai	510.00 ± 857.21 d	181.25 ± 306.63 jk	61.75 ± 51.68 qr	19.00 ± 24.05 tuvw	194.50 ± 75.23 j	4
juin	889.25 ± 212.85 b	2158.25 ± 416.17 a	146.25 ± 53.59 m	173.75 ± 248.11 kl	192.00 ± 157.09 j	4
juillet	396.00 ± 165.51 e	879.00 ± 414.32 b	127.25 ± 40.25 n	213.50 ± 126.65 i	148.00 ± 93.01 m	4
août	14.00 ± 12.5 tuvw	90.25 ± 66.37 p	9.75 ± 6.34 uvw	11.75 ± 14.19 tuvw	13.75 ± 15.92 tuvw	4
septembre	1.25 ± 2.50 w	12.75 ± 17.57 tuvw	3.00 ± 5.35 vw	1.25 ± 2.50 w	5.25 ± 6.07 uvw	4
octobre	0.00 ± 0.00 w	2.00 ± 4.00 w	0.00 ± 0.00 w	0.00 ± 0.00 w	0.00 ± 0.00 w	4
novembre	0.00 ± 0.00 w	0.00 ± 0.00 w	0.00 ± 0.00 w	0.00 ± 0.00 w	0.00 ± 0.00 w	4
décembre	0.00 ± 0.00 w	0.00 ± 0.00 w	0.00 ± 0.00 w	0.00 ± 0.00 w	0.00 ± 0.00 w	4

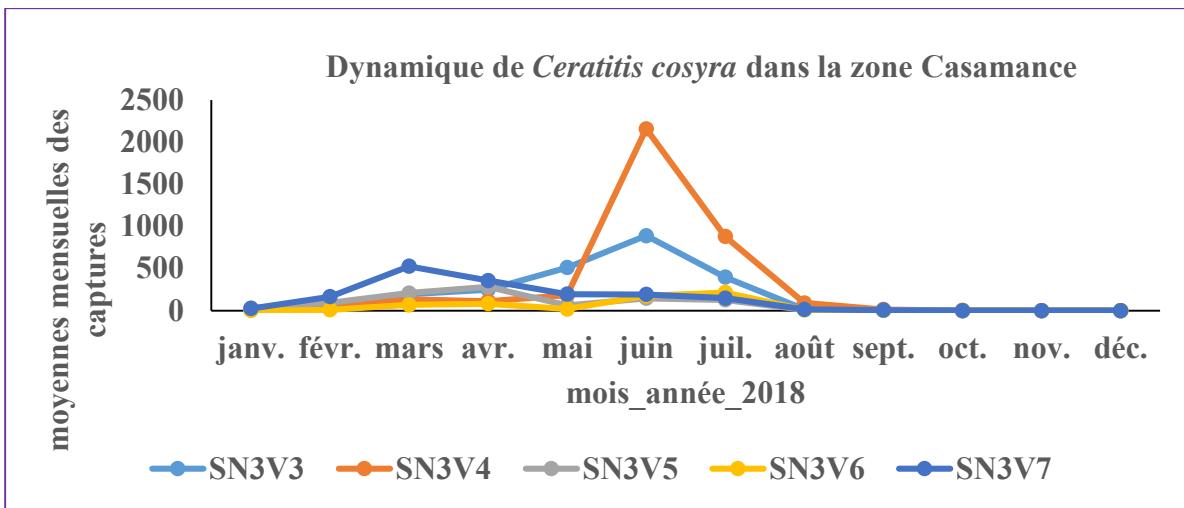


Figure 19. Fluctuation de *C. cosyra* dans les vergers de la zone Casamance

3.2.3.3. Dynamique de *Ceratitis capitata*

La figure 20 montre la fluctuation des populations de *C. capitata* dans les vergers de la zone Casamance. L’analyse statistique des données de capture révèle un effet statistiquement significatif ($p < 2.2e-16$) des vergers sur la dynamique des mouches. Les captures les plus importantes sont obtenues au mois d’avril dans les vergers SN3V5, SN3V4 et SN3V3 avec des moyennes respectives de (17.00 ± 9.89) a, (13.75 ± 9.74) b et (10.00 ± 10.98) cde individus, au mois de juillet dans le verger SN3V6 (11.50 ± 9.67) c et au mois d’août dans le verger SN3V7 (6.00 ± 3.16) ghij. C’est uniquement aux mois de novembre et décembre que l’espèce est totalement absente dans tous les vergers (tableau 29).

Tableau 29. Moyennes mensuelles des captures de *Ceratitis capitata* dans les vergers de la zone Casamance.

mois	Captures moyennes mensuelles de <i>Ceratitis capitata</i> dans la zone Casamance année 2018					Répétition
	SN3V3	SN3V4	SN3V5	SN3V6	SN3V7	
janvier	0.00 ± 0.00 m	10.50 ± 8.54 cde	6.75 ± 5.56 fgh	0.25 ± 0.50 m	0.50 ± 0.57 m	4
février	0.00 ± 0.00 m	4.75 ± 4.27 ghijk	10.75 ± 8.34 cd	0.00 ± 0.00 m	0.25 ± 0.50 m	4
mars	0.50 ± 1.00 m	7.50 ± 3.31 defg	10.25 ± 2.21 cde	0.00 ± 0.00 m	0.50 ± 0.57 m	4
avril	10.00 ± 10.98 cde	13.75 ± 9.74 b	17.00 ± 9.89 a	0.25 ± 0.50 m	0.00 ± 0.00 m	4
mai	0.00 ± 0.00 m	1.00 ± 2.00 lm	3.25 ± 4.03 ijklm	0.00 ± 0.00 m	0.00 ± 0.00 m	4
juin	2.75 ± 2.21 jklm	6.50 ± 5.80 fghi	0.50 ± 1.00 m	0.25 ± 0.50 m	0.25 ± 0.50 m	4
juillet	3.75 ± 7.50 hijklm	2.00 ± 1.41 klm	0.75 ± 1.50 m	11.50 ± 9.67 c	3.75 ± 3.86 hijklm	4
août	1.50 ± 1.73 klm	7.25 ± 3.30 efg	11.50 ± 7.54 c	9.50 ± 10.63 cdef	6.00 ± 3.16 ghij	4
septembre	1.75 ± 1.70 klm	4.50 ± 7.04 ghijkl	11.50 ± 3.00 c	0.50 ± 1.00 m	0.25 ± 0.50 m	4
octobre	0.50 ± 0.57 m	0.25 ± 0.50 m	0.50 ± 0.57 m	0.00 ± 0.00 m	0.00 ± 0.00 m	4
novembre	0.00 ± 0.00 m	0.00 ± 0.00 m	0.00 ± 0.00 m	0.00 ± 0.00 m	0.00 ± 0.00 m	4
décembre	0.00 ± 0.00 m	0.00 ± 0.00 m	0.00 ± 0.00 m	0.00 ± 0.00 m	0.00 ± 0.00 m	4

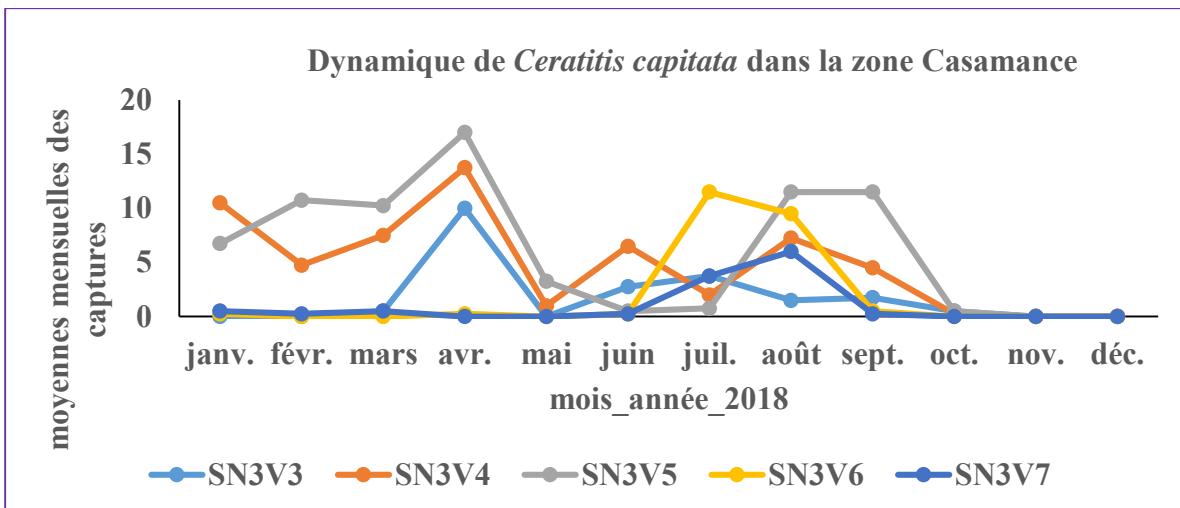


Figure 20. Fluctuation de *C. capitata* dans les vergers de la zone Casamance

3.2.3.4. Dynamique de *Ceratitis silvestrii*

La figure 21 présente la fluctuation des populations de *C. silvestrii* dans les vergers de la zone Casamance. L'effet des vergers sur la dynamique des populations de l'espèce, est significatif ($p < 2.2e-16$) avec un niveau de significativité de 0,001. Des individus de l'espèce ont été piégés dans la zone, uniquement aux mois de mai et août dans les vergers SN3V5 et SN3V6 avec des captures moyennes respectives de (11.25 ± 22.5) a) et (1.50 ± 3.0) b) individus.

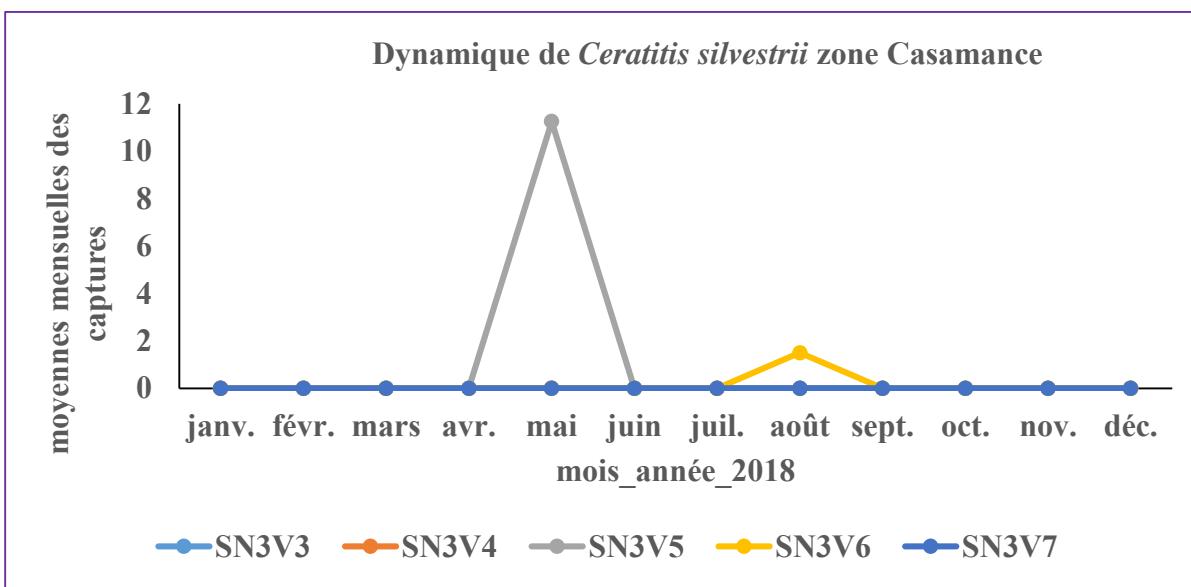


Figure 21. Fluctuation de *C. silvestrii* dans les vergers de la zone Casamance

DISCUSSION

Les résultats issus de cette étude, ont montré que les caractéristiques des vergers sont différentes d'un verger à l'autre et d'une zone à l'autre et que la diversité spécifique et l'abondance des mouches, varient dans le temps et dans l'espace. Un total de 1722128 individus de mouches des fruits a été capturé d'octobre 2017 à août 2019 dans quinze (15) vergers répartis dans trois zones productrices principales de mangues du pays à savoir les Niayes, la zone Centre et la casamance. Ce nombre dépasse faiblement celui de Dieng *et al* (2019) qui s'élève à 1477486 mouches capturées dans 45 vergers de septembre 2017 à août 2018 dans les mêmes zones. Les populations de 9 espèces de mouches composent le nombre de 1722128 individus. Ce nombre d'espèces avoisine celui de Dieng *et al* (2019) qui a atteint 10 espèces dans les trois zones. Parmi les 9 espèces que notre étude a livrées, l'espèce *Bactrocera dorsalis* est la plus abondante, suivie de *Ceratitis cosyra*, *Ceratitis silvestrii*, *Ceratitis capitata*, *Zeugodacus cucurbitae*, *Ceratitis bremii*, *Ceratitis fasciventris*, *Ceratitis punctata* et *Ceratitis ditissima*. Ces résultats qui attestent la dominance de *Bactrocera dorsalis* dans chacune des trois zones, sont en phase avec ceux de Vayssières *et al* (2010a) et Dieng *et al* (2019). Pour le cumul des captures des trois zones, *Ceratitis cosyra* sort la deuxième espèce la plus abondante dans le pays et constitue avec *B. dorsalis* 92,43% des mouches. D'après Sanou *et al* (2019), les espèces de mouches d'importance économique les plus abondantes dans les pays de l'Afrique de l'ouest sont, *Bactrocera dorsalis* et *Ceratitis cosyra*. *Ceratitis silvestrii* est la troisième espèce la plus abondante. Selon Vargas *et al* (2016), *Ceratitis silvestrii* fait partie des mouches qui causent plus de dommages aux mangues ; donc cette assertion explique l'abondance de l'espèce dans les vergers d'étude car ces derniers sont essentiellement plantés de manguiers.

Les captures sont plus importantes dans la zone Centre, vient ensuite la zone Casamance et enfin la zone des Niayes. Le nombre d'espèces trouvées dans la zone des Niayes et en Casamance est le même et est supérieur à celui obtenu dans la zone Centre. Pour la diversité spécifique, les résultats sont en contradiction avec ceux de Dieng *et al* (2019) car ces derniers avancent que la zone des Niayes renferme plus d'espèces vient en second la zone Centre et en troisième la zone Casamance. Dans les cinq (5) vergers de la zone des Niayes, ce sont les espèces *B.dorsalis*, *C.silvestrii*, *C.capitata*, *C. cosyra*, *Z.cucurbitae*, *C.bremii*, *C. punctata* et de *C. ditissima* qui ont été piégées. Un inventaire réalisé par Vayssières *et al* (2011) au niveau de six (6) vergers dans la même zone pendant 4 mois plus la période de la campagne, contient ces espèces. Un nombre de 77642 individus de mouches étaient capturés dans l'étude de Vayssières *et al* (2011) en opposition avec 520057 individus livrés par la nôtre. Parmi les espèces capturées dans la

zone, *B. dorsalis* est celle dominante, vient en deuxième position *C. silvestrii*. Ces résultats corroborent ceux de Dieng *et al* (2019) mais sont en opposition avec ceux de Vayssières *et al*(2011) et Badji (2010), qui révèlent la dominance de *B. dorsalis* et *C. cosyra* sur les autres espèces dans la zone des Niayes. Dans la zone Centre et en Casamance, en dehors de *Bactrocera dorsalis*, c'est *C. cosyra* qui domine. Ces résultats concordent ceux de Vayssières *et al* (2010b) pour les deux zones et de Ndiaye (2014) pour la Casamance.

L'étude de la dynamique des mouches au cours de l'année 2018, montre que les populations de ces dernières varient en fonction de la période de l'année selon les vergers. L'essentiel des captures est fait sur *Bactrocera dorsalis*, *Ceratitis cosyra*, *Ceratitis silvestrii* et *Ceratitis capitata*. Ces 4 espèces font 99,01% des captures totales. Pour *B. dorsalis*, les captures les plus importantes sont observées aux mois de juin, juillet, août et septembre. Ces mois coïncident au niveau des trois zones d'étude avec la saison des pluies. D'après Vayssières *et al* (2006) ; Badji (2010) et Thiaw (2017), la fluctuation des populations de *B. dorsalis* est fonction de la pluviométrie. Au cours de ces mêmes mois, on note aussi la présence de gros fruits sur les manguiers et leur entrée en maturation ; or selon Manrakhan & Price (2001), la disponibilité des fruits joue un rôle déterminant dans la dynamique des mouches des fruits. Durant ces mois, les fortes populations de l'espèce sont obtenues dans l'ensemble, au niveau de la zone Centre et Casamance. Dans ces deux zones la propreté des vergers fait défaut par rapport à la zone des Niayes. La propreté des vergers dépend du ramassage des fruits infestés mais aussi du désherbage de leur substrat et du nettoyage de leurs alentours immédiats. Selon (Souza *et al.*, 2016), l'entretien des vergers apparaît comme une méthode idéale de lutte contre les mouches et de protection par excellence contre les infestations ultérieures. Le nombre d'espèces de plantes hôtes alternatifs est plus élevé dans les vergers de la zone Centre mais leurs plus fortes densités sont enregistrées dans ceux de la zone Casamance. Le foisonnement de *B. dorsalis* dans les vergers de ces deux zones durant ces mois pourrait être à l'origine de ces plantes hôtes alternatives. Les résultats de (Ouedraogo, 2011) montrent une corrélation positive et significative entre les populations de certaines espèces de *Tephritidae* et la richesse spécifique des ligneux. Les fortes populations de *Ceratitis cosyra* sont notées aux mois de mars, avril, mai, juin, juillet et août. Ces deux espèces ont presque en commun les mêmes périodes de hausse des niveaux de leurs populations. Ces résultats se chevauchent avec ceux de Ndiaye *et al* (2008) qui révèlent que, les populations de *Bactrocera dorsalis* et *Ceratitis cosyra* sont plus importantes en saison pluvieuse de juillet à août. Les mois de mars, avril et mai coïncident au Sénégal avec la saison sèche ; donc la présence de *C. cosyra* durant ce mois, confirme les

résultats de Vargas *et al* (2016) qui attestent que les cératites sont plus nombreux en saison sèche. Les plus fortes populations de *Ceratitis silvestrii* sont obtenues aux mois de février, mars, avril, mai et juin. Pour l'espèce *Ceratitis capitata*, dans les Niayes où elle est plus abondante, elle y présente de fortes populations de février à septembre. La différence dans l'abondance, la diversité et la dynamiques des mouches des fruits, observée d'un verger à l'autre et d'une zone à l'autre, montre la capacité du système de piégeage à générer assez de données en vue d'assurer un fonctionnement correct du système d'analyse des données pour une meilleure prise de décisions dans la lutte contre les mouches. Vayssières *et al* (2014) affirment que le piégeage est un indicateur du niveau des populations de *Tephritidae* utilisable pour déclencher des activités de lutte.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La présente étude a été menée dans le sens d'apporter une contribution au renforcement du système de surveillance des mouches des fruits, permettant de générer des données indispensables pour une meilleure prise de décision dans le cadre de lutte contre ces insectes au Sénégal. L'évaluation du dispositif de surveillance des mouches, a permis de montrer sa capacité à générer assez de données en vue d'assurer un fonctionnement correct du système d'analyse des données. La connaissance avec des données intéressantes, de la diversité spécifique, de l'abondance et de la dynamique des populations de mouches dans les vergers des trois zones productrices principales de mangues, montre d'une part l'efficacité du dispositif. La dynamique des mouches varie en fonction des vergers et des zones d'après l'analyse de variance effectuée sur leurs populations.

Les caractéristiques des vergers varient d'un verger à l'autre et d'une zone à l'autre. L'analyse de l'abondance et de la composition spécifique des mouches, a révélé la présence de 9 espèces réparties dans trois genres (*Bactrocera*, *Ceratitis* et *Zeugodacus*), au niveau des trois zones confondues. L'abondance et la diversité de ces espèces, varient d'un verger à l'autre et d'une zone à l'autre. Parmi les 9 espèces, il y a *Bactrocera dorsalis* qui est l'espèce la plus abondante, suivent dans l'ordre décroissant, *Ceratitis cosyra*, *Ceratitis silvestrii*, *Ceratitis capitata*, *Zeugodacus cucurbitae*, *Ceratitis bremii*, *Ceratitis fasciventris*, *Ceratitis punctata* et *Ceratitis ditissima*. L'analyse statistique a montré un effet significatif des vergers et des zones sur la dynamique des populations de mouches en fonction des mois de l'année. Cet effet serait dû à la différence des vergers dans une zone donnée et d'une zone à l'autre, du point de vue de leur environnement et des principales variétés de manguiers qu'ils renferment.

Les résultats fournis par le dispositif de surveillance, ont apporté une nette amélioration au fonctionnement du système d'analyse des données. L'obtention de résultats beaucoup plus probants, nécessiterait, une pérennisation du dispositif, une augmentation du nombre de vergers suivis et de la densité des pièges qui s'y trouvent. Pour une lutte beaucoup plus efficace contre les mouches des fruits, il serait judicieux de connaître, l'effet des caractéristiques des vergers, comme : le cycle de reproduction des manguiers, leur charge en fruits et le poids de ces derniers, la diversité, la densité et le cycle de reproduction des plantes hôtes alternatifs, la végétation aux alentours des vergers et les points d'eaux à l'extérieur comme à l'intérieur des vergers, sur l'abondance, la diversité et la dynamique des mouches.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aluja M., Norrbom A. (1999) – Fruit flies (*Tephritidae*): phylogeny and evolution of behavior. Crc Press.
- Arbonnier M. (2002) – Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d’Afrique de l’Ouest CIRAD. MNHN, Montpellier, Paris, France.
- Badji O. (2010) – Suivi de la composition spécifique et de la dynamique des populations des mouches des fruits dans la zone de Notto, région de Thiès au Sénégal.
- Balayara A. (2016) – An Invasive Fruit Fly, *Bactrocera dorsalis* (*Tephritidae*), on Mango in Senegal: Impact on Mango Crop Production and Value, Marketing Practices, and Management. PhD Thesis. Virginia Tech.
- Barry M.S., Bationo D.A.B. (2014) – Etude socio-économique des systèmes agroforestiers (saf) à manguiet et à anacardier dans le terroir de Kotoudéni (province du Kénédougou, Burkina Faso).
- Briandy A. (2019) – Confirmation du potentiel de leviers cultureaux pour la régulation des populations et dégâts de ravageurs de la floraison et de la fructification du manguier à la Réunion. Cas de la cécidomyie des fleurs et des mouches des fruits. Thèse. Ecole d’ingénieurs de Purpan.
- Bateman M.A. (1972) – The ecology of fruit flies. Annual review of entomology, 17, 493–518.
- Chen P., Ye H. (2007) – Population dynamics of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: *Tephritidae*) and analysis of factors influencing populations in Baoshanba, Yunnan, China. Entomological Science, 10, 141–147.
- Diatta P. (2016) – Relations entre la typologie des agro-écosystèmes fruitiers et les fluctuations de la population de la mouche des fruits: *Bactrocera dorsalis* (Hendel) dans les régions de Dakar et Thiès (Sénégal). Université Cheikh Anta Diop.
- Dieng E.O., Ndiaye S., Faye P.D., Balayara A., Badji K., Sembéne P.M. (2019) – New inventory of the diversity and seasonal abundance of Tephritidae fruit fly species on mango orchards in Senegal.
- Dieng E.O., Ndiaye S., Balayara A., Faye P.D., Coly E.V., Mbackésembene P. (2020) – Parasitoids of fruit flies (Diptera: Tephritidae) and their distribution along mango production zones in Senegal. Pest Management in Horticultural Ecosystems, 26, 1–10.
- Ekesi S., Nderitu P.W., Rwomushana I. (2006) – Field infestation, life history and demographic parameters of the fruit fly *Bactrocera invadens* (Diptera: *Tephritidae*) in Africa. Bulletin of entomological research, 96, 379–386.

- Fitt G.P. (1981) – inter-and intraspecific responses to sex pheromones in laboratory bioassays by females of three species of tephritid fruit flies from northern australia. *Entomologia experimentalis et applicata*, 30, 40–44.
- Gomina M. (2015) – Contribution à la connaissance des mouches des fruits (Diptera: *Tephritidae*) et de leurs parasitoïdes au sud du Togo. Université de Lomé.
- Hassani I.M. (2017) – Etude écologique des mouches des fruits (Diptera: *Tephritidae*) nuisibles aux cultures fruitières aux Comores. Université de La Réunion, Université d'Antananarivo.
- Huguenin V. (2010) – Influence des pratiques agricoles, de la structure du verger et de son environnement immédiat, sur la mouche du fruit. Université de Lille.
- 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, 2698–2715.
- Korneyev V.A. (1999) – Phylogenetic relationships among the families of the superfamily Tephritoidea. *Fruit flies (Tephritidae): Phylogeny and evolution of behavior*, 16, 3–22.
- Loeillet D. (2019) – Fruits et légumes.
- Manrakhan A., Price N.S. (2001) – Seasonal profiles in production, fruit fly populations and fruit fly damage on mangoes in Mauritius. *Food and agricultural research council*, 107.
- Mukherjee S.K., Litz R.E. (2009) – Introduction: botany and importance. The mango: botany, production and uses, 1–18.
- Ndiaye M., Dieng E.O., Delhove G. (2008) – Population dynamics and on-farm fruit fly integrated pest management in mango orchards in the natural area of Niayes in Senegal. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, 14, 1–8.
- Ndiaye O., Ndiaye S., Djiba S., Ba C.T., Vaughan L., Rey J.Y., Vayssières J.F. (2015) – Preliminary surveys after release of the fruit fly parasitoid *Fopius arisanus* Sonan (Hymenoptera Braconidae) in mango production systems in Casamance (Senegal). *Fruits*, 70, 91–99.
- Ndiaye O., Vayssieres J.-F., Rey J.Y., Ndiaye S., Diedhiou P.M., Ba C.T., Diatta P. (2012) – Seasonality and range of fruit fly (Diptera: *Tephritidae*) host plants in orchards in Niayes and the Thiès Plateau (Senegal). *Fruits*, 67, 311–331.
- Ndiaye O. (2014) – Interactions plantes hôtes, mouches des fruits et parasitoïdes dans les Niayes et en Basse Casamance. Université Cheikh Anta Diop.

- Ndiaye O. (2009) – Plantes hôtes et foyers de réinfestation des mouches des fruits: facteurs phénologiques, morpho physiologiques déterminants sur les infestations de la mangue. PhD Thesis. Université de Thiès.
- Ndiaye S., Diédhiou P.M., Ndiaye O., Rey Y., Djiba S., Mbaye N., Ballayéra A., Touré T. (2008) Brochure technique sur La mouche des fruits au Sénégal (*Bactrocera invadens* *Mangifera indica* & autres mouches) : Dynamique des populations, tests d'attractivité, de contrôle dans des vergers de la zone des Niayes.
- Ndoye S. (2011) – Les écosystèmes hôtes potentiels de *Bactrocera invadens* (Drew et al) (Diptera) en saison sèche: le cas des bas fond dans la zone des Niayes du Sénégal. PhD Thesis. MNHN.
- Norrbom A.L. (2004) – Host plant database for Anastrepha and Toxotrypana (Diptera: *Tephritidae*: Toxotrypanini). Diptera Data Dissemination Disk, 2.
- Ouna A.E. (2010) – Entomopathogenicity of hyphomycete fungi to fruit fly *Bactrocera invadens* (Diptera: *Tephritidae*) and their potential for biological control on mango. The School of Pure and Applied Sciences of Kenyatta.
- Ouedraogo S. (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, Paris Est.
- Persello S. (2018) – Réponse du mangueier, *Mangifera indica* à la taille: caractérisation et intégration dans un modèle structure-fonction des effets de la taille sur la croissance végétative et la reproduction.
- Persello S. (2015) – Modélisation de l'élaboration du rendement de la mangue: analyse de la fructification et couplage de sous-modèles. Bordeaux Sciences Agro.
- Quilici S. (2004) – Interactions à différents niveaux trophiques chez les diptères *Tephritidae*: Dossier présenté pour obtenir l'Habilitation à diriger des recherches. Université de la Réunion.
- Rapport semaine de la mangue au Sénégal. (2016) – La mangue! Délicieux trésor de l'Afrique de l'Ouest.
- Rey J.Y., Diallo T.M., Vannière H., Didier C., Kéita S., Sangaré M. (2006) – The mango in french-speaking West Africa. Fruits, **61**, 281–289.
- Sanou A.G., Dabire R.A., Nebie K., Sane C.A., Diarra K. (2019) – Influence des supports alimentaires sur quelques paramètres biologiques de *Bactrocera dorsalis* (Hendel) et de son parasitoïde *Fopius arisanus* (Sonan) en conditions de laboratoire. International Journal of Biological and Chemical Sciences, **13**, 870–881.

- Souza E.O., Anato F.M., Bokonon-Ganta A.H., Bokonon-Ganta E.B. (2016) – Contraintes à l'adoption de la méthode de l'hygiène sanitaire des vergers pour la lutte contre les mouches nuisibles aux fruits (Diptera: *Tephritidae*) par les producteurs de mangues et d'agrumes au Benin. *Agronomie Africaine*, 28, 60–69.
- Thiaw C.S.A. (2017) – Les mouches des fruits et inventaire de l'entomofaune associée à leurs infestations dans la zone des Niayes.
- Ternoy J., Poublanc C., Diop M., Nugawela P. (2006) – Mango value chain Senegal: Analysis and strategic framework for subsector growth initiatives. United States Agency for International Development, SAGIC IQC, 01–06.
- Vayssières J.F., Sinzogan A.A.C., Bokonon Ganta A. (2008) – Les mouches des fruits du genre Ceratitis (Diptera: *Tephritidae*) en Afrique de l'Ouest: Fiche n° 1. Projet régional de lutte contre les mouches des fruits en Afrique de l'Ouest.
- Vayssières J.F., Goergen G., Lokossou O., Dossa P., Akponon C. (2005) – A new *Bactrocera* species in Benin among mango fruit fly (Diptera: *Tephritidae*) species. *Fruits*, 60, 371–377.
- Vayssières J.F., Lokossou O., Ayégnon D., Bouéyi S.P., Akponon C. (2006) – Inventaire, fluctuations des populations et importance des dégâts des espèces de mouches des fruits (Diptera *Tephritidae*) inféodées au manguier dans le département du Borgou (Bénin) en 2005 et 2006: [Draft]
- Vayssières J.F., Sinzogan A., Adandonon A. (2010) – Rapport final/WAFFI 2. Projet Régional de Lutte contre les mouches des fruits en Afrique de l'Ouest. West African Fruit Fly Initiative (WAFFI). IITA-CIRAD. Cotonou, Bénin, 11–25.
- Vargas R.I., Leblanc L., McKenney M., Mackey B., Harris E.J., Badji K. (2016) – Rearing *Fopius arisanus* (Sonan) (Hymenoptera: *Braconidae*) on Mediterranean fruit fly and its introduction into Senegal against Oriental fruit fly (Diptera: *Tephritidae*).
- Vayssières J.F., Vannière H., Barry O., Hanne A.M., Korie S., Niassy A., Ndiaye Mb., Delbove G. (2011) – Preliminary inventory of fruit fly species (Diptera: *Tephritidae*) in mango orchards in the Niayes region, Senegal, in 2004. *Fruits*, 66, 91–107.
- Vayssières J.F., Adandonon A., Ndiaye O., Sinzogan K., nCA, Badji K., Rey J.Y., Wharton RA.(2012) – Native parasitoids associated with fruit flies (Diptera *Tephritidae*) in cultivated and wild fruit crops in Casamance (Senegal) during the season 2010. *Afr. Entomol*, 20, 308–315.

- Vayssières J.F., Sinzogan A., Adandonon A., Rey J.-Y., Dieng E.O., Camara K., Sangaré M., Ouedraogo S., Sidibé A., Keita Y. (2014) – Annual population dynamics of mango fruit flies (Diptera: *Tephritidae*) in West Africa: socio-economic aspects, host phenology and implications for management. *Fruits*, 69, 207–222.
- Yang P., Carey J.R., Dowell R.V. (1994) – Temperature influences on the development and demography of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: *Tephritidae*) in China. *Environmental Entomology*, 23, 971–974.
- Zeng Y., Reddy G.V.P., Li Z., Qin Y., Wang Y., Pan X., Jiang F., Gao F., Zhao Z.H. (2019) – Global distribution and invasion pattern of oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: *Tephritidae*). *Journal of Applied Entomology*, 143, 165–176.

ANNEXE

Quelques variétés de mangues parmi celles rencontrées au cours de l'étude.



papaye



zill



julie



Américain



céline



diourou



ousseynou



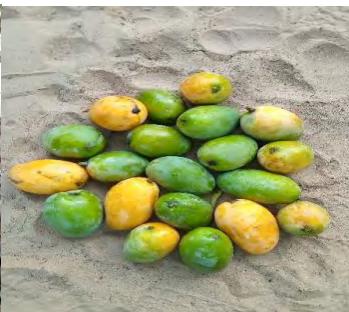
palmer



passi



kent



séwé



mangue pêche



bodian



greffale



keit