

SOMMAIRE

ABSTRACT	ii
RESUME.....	Erreur ! Signet non défini.
DEDICACES.....	iv
REMERCIEMENTS	v
Liste des tableaux :	x
Liste des figures :	x
I. INTRODUCTION	1
II. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
2.1. Généralités sur les mouches des fruits	3
2.1.1. Systématique et répartition	3
2.1.2. Biologie.....	3
2.1.2.1. - Cycle biologique	3
2.1.2.2. - Physiologie sensorielle.....	4
2.1.3. Ecologie	4
2.1.3.1. Relations mouches-bactéries et plantes-hôtes	4
2.1.3.2. Comportement sexuel.....	4
2.1.3.3.– Le comportement de ponte	5
2.1.4. Importance économique des espèces de Tephritidae et leurs plantes hôtes	5
2.1.4.1. Les cératites.....	6
2.1.4.2 Les Dacini.....	8
2.1.4.3. Autres mouches des fruits.....	9
2.1.5. Les parasitoïdes.....	10
2.1.6. Méthodes de lutte contre les mouches des fruits	10
2.2. Généralités sur les fruits.....	11
2.2.1. Les fruits charnus	11
2.2.2. Les baies	11
2.2.3. Les drupes	11
2.2.4. Les hespérides	12
2.2.5. Autres caractéristiques des fruits charnus.....	12
2.2.6. Evolution du fruit : cas de la mangue	12
2.2.7. Le processus de maturation des fruits	13
2.2.8. Evolution des substances pectiques pendant la croissance et la maturation des fruits	13

2.2.9. Importance des fruits :	14
III. MATERIEL ET METHODE	15
3.1. Présentation de la zone d'étude	15
3.1.1. Zone des Niayas	15
3.1.2. Zones de Peykouck Sérère et de Pout	16
3.1.3. Zone de Sindia	16
3.1.4. Sites concernés par l'étude	17
3.1.5. Caractéristiques des vergers :	17
3.2. Matériel biologique	18
3.2.1. Le matériel végétal :	18
3.2.2. Le matériel animal :	24
3.3. Matériel non biologique	24
3.4. Conduite des travaux	24
3.5. Observations	25
IV. RESULTATS	26
4.1. Caractérisation des échantillons des fruits	26
4.1.1. Répartition spatiale des fruits collectés	26
4.1.2. Composition des échantillons collectés et périodes de présence des fruits	27
4.1.3. Périodes de présence et de maturation des variétés de mangues	28
4.1.4. Composition des émergences issues des échantillons de fruits collectés	29
4.2. Dynamique des émergences de Tephritidae	29
4.2.1. Dynamique globale des émergences sur l'ensemble des vergers	29
4.2.2. Variabilité de la dynamique des émergences entre les vergers	31
4.2.3. Influence de l'espèce fruitière sur la répartition des émergences de Tephritidae	34
4.3. Diversité des émergences de Tephritidae et parasitoïdes	36
4.3.1. Diversité des espèces issues des émergences	36
4.3.2. Diversité des Tephritidae et parasitoïdes rencontrés au sein des vergers	38
4.3.3. Influence de l'espèce fruitière sur la diversité des Tephritidae	39
4.3.4. Parasitoïdes des mouches des fruits et plantes associées	42
4.4. Effet du facteur variété sur les émergences de Tephritidae	43
4.4.1. Au niveau de la mangue	43
4.4.2. Au niveau des agrumes	43
4.5. Effet de certains paramètres morpho- physiologiques des fruits sur les émergences des Tephritidae issues des mangues.	46

4.5.1. Effet de la taille des fruits sur les émergences de mouches des fruits	46
4.5. 2. Effet de la taille de la mangue sur la diversité des émergences de Tephritidae.....	46
4.5.3. Effet de la taille du fruit sur les émergences pour les variétés de mangue	47
4.5.4. Effet de la couleur du fruit sur les émergences de Tephritidae issues de la mangue	49
4.5.5. Influence du niveau de récolte des fruits aux champs.....	50
4.5.6. Influence de l'état du fruit sur les émergences de Tephritidae	51
4.5.7. Effet de la vague de floraison sur les émergences de Tephritidae	53
4.5.8. Analyse combinée des effets des facteurs déterminants sur les émergences de <i>B. invadens</i> et de <i>C. cosyra</i> issues de la mangue.....	55
V. DISCUSSION	58
VI. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....	66
BIBLIOGRAPHIE.....	68
WEBOGRAPHIE	74
ANNEXES.....	75

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les plantes fruitières concernées à Notto Gouye Diama	19
Tableau 2 : Les plantes fruitières concernées à Keur Séga, Bayakh et Sangalkam	20
Tableau 3 : Les plantes fruitières concernées à Gorom II, Keur Ndiaye Lô et Pout	21
Tableau 4 : Les plantes fruitières concernées à Sébikotane et Keur Moussa	22
Tableau 5 : Les plantes fruitières concernées à Sindia et Thiès	23
Tableau 6 : Répartition de la quantité des fruits collectés dans les différents vergers	26
Tableau 7 : Période de présence des fruits dans les vergers	27
Tableau 8 : Période de présence et de maturation des variétés de mangues	28
Tableau 9 : Nature des émergences issues des pupes extraites de fruits collectés au champ	29
Tableau 10 : Répartition des Tephritidae issues des fruits collectés selon la plante-hôte	35
Tableau 11 : Composition des espèces de mouches des fruits au niveau de chaque plante hôte	40
Tableau 12 : Répartition des mouches des fruits selon l'espèce et le cultivar d'agrume	45
Tableau 13 : Répartition des émergences de <i>B. invadens</i> et de <i>C. cosyra</i> selon la variété de mangue et la taille du fruit	48
Tableau 14 : Répartition des émergences de <i>B. invadens</i> et de <i>C. cosyra</i> en fonction de la variété de mangue et de l'état du fruit.....	52
Tableau 15 : Répartition des émergences de <i>B. invadens</i> et de <i>C. cosyra</i> en fonction de la variété et de la vague de floraison.....	54

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Photo satellite de la Zone d'étude et positionnement des sites de l'étude au niveau des Niayes, de Thiès et Sindia (Source : Google Earth).....	15
Figure 2 : Evolution des émergences de Tephritidae issues des fruits collectés des vergers.....	30
Figure 3 : Dynamique des émergences de Tephritidae issues des vergers de la zone des Niayes	32
Figure 4 : Dynamique des émergences de Tephritidae issues des vergers de la zone du plateau de Thiès	33
Figure 5 : Influence de l'espèce fruitière sur la préférence des Tephritidae au champ.....	34
Figure 6 : Principales mouches des fruits et parasitoïdes issus des fruits collectés.	37
Figure 7 : Importance des émergences par espèce de Tephritidae.	37
Figure 8 : Répartition des émergences de Tephritidae et de parasitoïdes selon le verger.....	38
Figure 9 : Répartition des parasitoïdes issus des émergences selon la plante et la date de relevés	42
Figure 10 : Répartition des émergences de Tephritidae selon la variété de mangue	43
Figure 11: Répartition des espèces de mouches des fruits issues des agrumes.....	44
Figure 12 : Effet de la taille du fruit sur les émergences de Tephritidae issues de mangues	46
Figure 13 : Répartition des espèces de mouches selon la taille de la mangue	47
Figure 14 : Répartition des effectifs de <i>B. invadens</i> et <i>C. cosyra</i> en fonction de la couleur de la mangue.	49
Figure 15 : Répartition des émergences de <i>B. invadens</i> et de <i>C. cosyra</i> en fonction de l'endroit de collecte des fruits.....	50

Figure 16 : Répartition des effectifs moyens de Tephritidae en fonction de l'état du fruit	51
Figure 17 : Cercle de corrélation des effets des facteurs morpho-physiologiques déterminants sur les émergences de <i>Bactrocera invadens</i> et de <i>Ceratitis cosyra</i>	55
Figure 18 : Typologie des variétés en fonction des émergences de <i>B. invadens</i> et de <i>C. cosyra</i> et les facteurs morpho-physiologiques déterminants sur les infestations	56
Figure 19 : Annexe1 - Etat du jujube gaula infesté en fonction de l'espèce de Tephritidae	75
Figure 20 : Annexe2 - Etat du fruit et infestation de la câpre par <i>Capparimyia</i> et de la mouche par les parasitoïdes	75
Figure 21 : Annexe3-Etat de <i>Kedrostis hirtella</i> infesté par <i>Dacus</i> sp. et <i>B. invadens</i> et parasitoïde issus du fruit	76

I. INTRODUCTION

Au Sénégal, la production fruitière annuelle est estimée à 150.000 tonnes dont la mangue et les agrumes représentent respectivement 60% et 24% (FAO, 2006). Les régions de Thiès et de Dakar constituent la deuxième zone productrice de fruits après la Casamance, avec environ 10 à 15% de la production nationale. Cette zone est surtout spécialisée dans les productions d'agrumes et de mangue (variétés de saison et tardives), (Enda-graf et Gret, 1999). La mangue est principalement cultivée dans les régions de Dakar, Thiès, Kaolack, Saint-louis, Fatick, Kolda et Ziguinchor (Mbaye, 2006). La filière mangue bénéficie d'un niveau de professionnalisation important qui a permis de réaliser de grands progrès en termes d'accroissement de la productivité et de la valeur ajoutée. Favorisés entre autres par des conditions écologiques propices, les rendements à l'hectare sont passés à 10 tonnes dans les vergers traditionnels et à 20 tonnes dans les vergers de types modernes (COLEACP, 2007). Les efforts consentis dans l'amélioration de la qualité de la mangue ont boosté les exportations de mangues vers l'Union Européenne qui sont passées de 280 tonnes en 1998 à 7.070 tonnes en 2006 (COLEACP, 2007).

La zone des Niayes qui concentre 80% des exportations de mangues, est le foyer d'intenses activités maraichères pendant toute l'année qui font de la localité le fleuron de la production horticole du pays.

Cependant la production de mangue reste affectée par les dégâts causés par les mouches des fruits (Diptera Tephritidae). Les niveaux de populations importants de l'espèce invasive *Bactrocera invadens* Drew, Tsurutu et White, enregistrés dans les Niayes et à l'intérieur de la région de Thiès pendant la période de production des mangues (Ndiaye, 2008) constituent un obstacle majeur à la filière mangue et à la production fruitière en général.

Les pertes liées aux Tephritidae sur la mangue varient entre 30% dans la zone des Niayes à 60% en Casamance (Ternoy *et al.*, 2006). Cependant le problème demeure entier d'autant plus que le ravageur est polyphage et s'attaquerait aux agrumes, papayers, goyaviers (Ternoy *et al.*, 2006).

Devant cette situation, le Sénégal a mis sur pied une stratégie de lutte basée sur des traitements en plein champ ou par tache avec des produits de synthèse ou naturels, la prophylaxie et l'hygiène sanitaire des vergers et la capture massive des mâles avec des

produits de synthèse et des moyens locaux accessibles aux petits producteurs. Des travaux ont été entrepris sur la biologie de *Bactrocera invadens* (Balayara, 2008), sur la dynamique des populations et sur les facteurs affectant l'efficacité des méthodes de lutte contre les mouches des fruits (Ndiaye, 2008). Par ailleurs la recherche des principaux foyers de réinfestation et l'identification de la gamme d'hôtes des mouches des fruits pourraient insuffler une nouvelle orientation susceptible d'améliorer l'efficacité des méthodes de lutte contre ces ravageurs de quarantaine (Ndiaye, 2008).

S'inscrivant dans le cadre de la lutte contre les mouches des fruits, la présente étude a pour objectif global de contribuer à l'identification des plantes hôtes et foyer de réinfestation des Tephritidae. Elle vise de façon spécifique à :

- étudier la dynamique des émergences de Tephritidae issues des fruits ;
- étudier la diversité de Tephritidae infestant les fruits des vergers de la zone des Niayes et du plateau de Thiès ;
- répertorier la gamme de plantes hôtes des Tephritidae et en particulier de *Bactrocera invadens* dans la zone d'étude et ;
- étudier l'influence de la variété, de la vague de floraison et d'autres facteurs morpho-physiologiques de la mangue tels que l'état du fruit, la taille, la couleur et l'endroit de récolte sur les émergences des Tephritidae.

•

II. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

2.1. Généralités sur les mouches des fruits

2.1.1. Systématique et répartition

Les mouches des fruits appartiennent à l'embranchement des Arthropodes, à la classe des insectes, à l'ordre des Diptera et à la famille des Tephritidae. Cette famille comprend deux sous-familles (Dacinae et Ceratinae) et 4300 espèces réparties dans 500 genres (White, 2006). L'Afrique tropicale est le foyer d'origine de 915 espèces de mouches des fruits appartenant à 148 genres dont 299 espèces se développent sur les fruits sauvages et/ou cultivés.

Ces espèces appartiennent en général à 4 genres : *Dacus*, *Ceratitidis*, *Trirhithrum* et *Bactrocera* (White et Elson-Harris, 1992 ; Tompson, 1998). Selon ces mêmes auteurs, en Afrique, au Sud du Sahara, 140 genres ont été trouvés dont *Bactrocera* avec 14 espèces, *Ceratitidis* avec 65 espèces et *Dacus* avec 170 espèces.

Au Sénégal, dans la zone des Niayes, il a été révélé la présence d'un cortège de mouches des fruits (Diptera, Tephritidae) composé de 8 espèces dont 7 du genre *Ceratitidis* et *Bactrocera invadens* une espèce nouvellement introduite (Vayssières *et al.*, 2006).

Les infestations de fruits connues dans la zone des Niayes et en général en Afrique de l'Ouest ont été associées surtout à *Ceratitidis cosyra* et *C. capitata* (De Meyer, 1998 ; Norrbom *et al.*, 1999). Dans la zone des Niayes, de Thiès et de Sindia en période de production de mangue, il a été relevé un cortège de mouches des fruits dominé par *Bactrocera invadens* suivi de *Ceratitidis cosyra*, *C. capitata*, *C. sylvestrii*, et *C. fasciventris* (Ndiaye, 2008).

2.1.2. Biologie

2.1.2.1. - Cycle biologique

Le cycle biologique comprend différentes étapes à savoir l'œuf, la larve, la puppe et l'imago (Malavasi *et al.*, 2000). Après l'éclosion des œufs déposés dans la cavité creusée sous l'épiderme du fruit par l'ovipositeur de la femelle, les asticots libérés passent 3 stades larvaires dans le fruit. Les larves creusent des galeries dans la pulpe et se nourrissent des tissus et bactéries associées. A la fin de cette étape, les larves quittent le fruit et migrent dans les premiers centimètres du sol pour passer la phase de pupaison. Après émergence l'imago du complexe *Bactrocera dorsalis* a besoin d'une alimentation riche en acides aminés,

glucides, vitamines, sels minéraux et de l'eau pour survivre et se reproduire (Fletcher, 1987). Mâles et femelles doivent s'alimenter quotidiennement et visiter les plantes hôtes et non hôtes. Leur régime alimentaire est composé de miellat, d'exsudats de plantes, de nectar, pollen, de jus de fruit, de pulpe de fruit, de micro-organismes et de déjections d'oiseaux (Hendrichs et Prokopy, 1994). Les deux sexes réagissent à l'attractif à base de protéine mais la réponse est plus importante chez la femelle du fait de ses besoins pour la ponte (Malavasi *et al.*, 2000).

2.1.2.2. - Physiologie sensorielle

La perception de l'environnement est assurée par les récepteurs visuels, olfactifs et tactiles. Certaines sensilles répondent à une large gamme de composés volatils présents dans les odeurs de fruits et chez certaines plantes non hôtes (Morton et Bateman, 1981 ; Drew *et al.*, 1983). Ces organes sensoriels servent également dans la reproduction.

2.1.3. Ecologie

2.1.3.1. Relations mouches-bactéries et plantes-hôtes

Des bactéries associées aux adultes de certaines Dacini et présentes dans les plantes hôtes jouent un rôle important dans l'écologie de ces insectes (Drew et Lloyd, 1989).

Les « Relations », entre bactéries et mouches des fruits se feraient sous formes de trophobiose où les bactéries apporteraient des acides aminés et d'autres facteurs de croissance tandis que le diptère assure leur protection et leur dispersion (Drew et Lloyd, 1989). Les bactéries permettraient en outre de neutraliser le système chimique de défense des plantes et d'éliminer les micro-organismes pathogènes sur les fruits en décomposition.

2.1.3.2. Comportement sexuel

L'accouplement est rarement observé au champ. Les Dacini inféodés aux Cucurbitaceae s'accouplent exclusivement sur des plantes non hôtes (Matanmi, 1975).

Un bourdonnement aigu produit par le frottement des ailes contre leurs organes stridulatoires durant le comportement de cour est observé chez les mâles comme *B. invadens* (Balayara, 2008) et *B. cucurbitae* (Kuba et Koyama, 1985). Ce phénomène est accompagné d'une émission de phéromone à partir de leurs glandes rectales. Cette phéromone produite par les mâles attire les femelles à plusieurs mètres et suscite une acceptation de l'accouplement à très courte distance (Baker *et al.*, 1982). Après l'accouplement certaines femelles deviennent en général sexuellement peu réceptives pendant plusieurs semaines (Fay et Meats, 1983 ; Tzanakakis *et al.*, 1968).

Cependant une polyandrie (1,72 mâles pour une femelle) est développée chez *Bactrocera cacuminata* dont une femelle à 22,7% des cas est fertilisée au moins par 2 mâles (Song *et al.*, 2007). Les femelles ont un rôle actif dans le choix des partenaires et dans la discrimination entre les éjaculats des mâles. Grâce à la polyandrie et leurs spermathèques, elles font la sélection avant, pendant et après l'accouplement et donc contrôlent la paternité de leur progéniture (Ludovic, 1999).

2.1.3.3. Le comportement de ponte

Les femelles piquent les fruits matures avec leur ovipositeur, créent une cavité où elles déposent leurs œufs. Le nombre d'œufs déposés par fruit varie suivant les espèces d'un seul œuf par ponte pour *Bactrocera oleae* (Cirio, 1971) à une quarantaine pour *B. cucurbitae* (Prokopy et Koyama, 1982). *Ceratitis cosyra* peut causer des infestations de 50 larves par fruit (Malio, 1979). Une femelle en cage peut pondre jusqu'à 3000 œufs, mais dans la nature, les plus fortes performances varient entre 1200 et 1500 œufs (Malavasi *et al.*, 2000). *Bactrocera invadens* pouvait avoir *in vitro* une ponte nette de 794,6 œufs et une fertilité nette de 608,1 œufs, avec une ponte moyenne de 18,2 œufs/jour et un temps de génération de 31 jours (Ekesi *et al.*, 2006). La fécondité des femelles est maximale entre 78 et 84 jours et le taux de reproduction net $R_0=6$ en 70 jours (Balayara, 2008).

Un régime carencé en protéines limite la fécondité et la fertilité des femelles (Bateman, 1972). D'autres facteurs tels que la disponibilité en plantes-hôtes, la présence des mâles ont une incidence sur la maturation sexuelle de la femelle (Fletcher et Kapatatos, 1983).

Après avoir choisi l'hôte potentiel, la femelle l'explore avant l'oviposition. De nombreuses espèces de *Bactrocera*, pondent dans de récentes piqûres de ponte d'autres femelles ou encore dans des blessures du fruit (Prokopy et Koyama, 1982). *Dacus ciliatus* préfèrent pondre sur les parties des fruits situées à l'ombre plutôt que sur les faces ensoleillées (Syed, 1969).

La réponse à l'attraction exercée par le fruit, l'exploration du fruit, la piqûre et la ponte sont induites par des stimuli olfactifs où, la couleur et la forme jouent un rôle important dans l'induction (Fletcher, 1987). Les composés volatils des fruits-hôtes qui induisent la ponte restent méconnus même si le trans-6-nonen-1-ol acétate a été identifié comme attractif et stimulateur de ponte pour *B. cucurbitae* (Keiser *et al.*, 1967).

2.1.4. Importance économique des espèces de Tephritidae et leurs plantes hôtes

2.1.4.1. Les cératites

2.1.4.1.1. Cycle de vie et dégâts

La biologie et la durée de développement des insectes dépendent de la température, de l'humidité relative du milieu et des hôtes. Le cycle de vie est similaire pour la plupart de ces espèces de cératites et suit le schéma suivant: oeufs (entre 2 à 3 jours), larves (entre 5 à 15 jours), pupes (entre 8 à 12 jours), adultes (entre 40 à 90 jours) à 25°C et 75% HR (Vayssières *et al.*, 2008). Les cératites sont multivoltines (plusieurs générations/an). Sexuellement immatures au sortir des pupes, les mâles adultes expriment la maturité sexuelle environ 3 à 4 jours après l'émergence et les femelles adultes sont gravides environ 6 à 8 jours.

Ceratitis cosyra Walker, *C. silvestrii* Bezzi et *C. fasciventris* Bezzi causent des dégâts importants aux mangues même si ces espèces attaquent aussi d'autres hôtes tandis que *C. capitata* Wiedemann est surtout un ravageur des agrumes malgré son caractère polyphage (Vayssières *et al.*, 2008). Les femelles de cératites sont attirées par les fruits à la fois à cause de leur odeur et de leur couleur (surtout le jaune, l'orange et le rouge). Ainsi les fruits verts sont en général moins attaqués, mais leur attractivité augmente dès que le processus de maturation physiologique est avancé.

Importantes en zone soudanienne, les cératites préfèrent les climats chauds et secs. Leurs espèces sont plus abondantes en saison sèche (Vayssières *et al.*, 2005). Leurs niveaux de populations diminuent dès les premières pluies mais remontent ensuite. Les plantes hôtes sauvages leur permettent d'entretenir des populations importantes presque toute l'année. Sur la goyave, trois espèces de mouches des fruits ont été identifiées : *Ceratitis anonae* qui représente 64 % des adultes obtenus, *Bactrocera invadens* (35 %) et *B. mesomelas* (1 %) (Ndzanan Abanda *et al.*, 2008).

2.1.4.1.2. Les espèces

2.1.4.1.2.1. *Ceratitis (Ceratalaspis) cosyra* Walker

Ceratitis (Ceratalaspis) cosyra Walker appartient à l'ordre des Diptera, à la famille des Tephritidae et à la tribu des Ceratitidini.

L'adulte est de taille variable (lg: 3-6 mm) et porte de larges bandes jaunes sur les ailes. Le mesonotum est pâle avec une teinte légèrement orangée. Il porte des taches de taille et de coloration variable. Le scutellum porte deux petites taches brunes dans sa partie basale et trois taches noires dans sa partie apicale (White et Elson-Harris, 1992).

C. cosyra ou encore mouche de la mangue est un ravageur d'importance économique sur la mangue et *Sclerocarya birrea* L. (Anacardiaceae) en Afrique subsaharienne (Malio, 1979;

Javaid, 1986; Mukiyama et Muraya, 1994; Labuschagne *et al.*, 1996; Lux *et al.*, 2003).. *C. cosyra*, à l'état larvaire dans les mangues d'exportation d'origine africaine, a été une des mouches des fruits les plus communément interceptées en Europe. L'espèce a été mentionnée en Afrique de l'Ouest où elle est dominante sur les cératites (Vayssières *et al.* 2008). Elle est également présente au Kenya, Afrique du Sud, Tanzanie, Ouganda, Zambie et Zimbabwe, où elle est plus destructrice que *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) ou *Ceratitidis rosa* Karsch (Steck, 2000). Elle s'attaque aussi à *Psidium guajava* L., *Citrus aurantium* L., *Persea americana* P. Miller, *Annona senegalensis* Pers. et à de nombreux autres fruitiers cultivés et sauvages (White et Elson-Harris, 1992 ; Hancock, 1987; De Meyer, 1998). Elle a été signalée également sur *Citrus reticulata*, *Citrus sinensis*, *Butyrospermum parkii*, *Nauclea latifolia* et *Landolphia senegalensis* (Noussourou et Diarra, 1995). C'est une espèce polyphage caractérisée par une certaine précocité par rapport à la période de production de mangue (Noussourou et Diarra, 1995 ; N'Guetta, 1998 ; Vayssières et Kalabane, 2000).

2.1.4.1.2.2. *Ceratitidis (Ceratalaspis) silvestrii* Bezzi

Ceratitidis (Ceratalaspis) silvestrii Bezzi est de l'ordre des Diptera, de la famille des Tephritidae et de la tribu des Ceratitidini. L'adulte est en général de taille petite (lg: 3.7-4.0 mm). Le scutellum, est blanc dans sa partie basale et jaune dans sa partie apicale. Il porte trois taches noires bien distinctes dans sa partie apicale. Contrairement à *C. cosyra* et *C. capitata*, cette espèce ne porte pas de petites taches brunes dans sa partie basale. Le mesonotum est blanc avec deux taches noires latérales caractéristiques partant de la suture transverse (De Meyer, 1998). *Ceratitidis silvestrii* est une espèce rencontrée au Nigeria et au Sénégal (Silvestri, 1913). Elle vivrait sur des fruitiers sauvages tels que *Chrysobalanus* sp. et *Vitellaria paradoxa* (De Meyer, 1998). *C. silvestrii* a occupé la deuxième position par ordre d'importance après *C. cosyra* dans la zone des Niayes et de Thiès en période de production des mangues (Ndiaye, 2008).

2.1.4.1.2.3. *Ceratitidis (Pterandrus) fasciventris* Bezzi

Ceratitidis (Pterandrus) fasciventris Bezzi appartient à l'ordre des Diptera, à la famille des Tephritidae et à la tribu des Ceratitidini. L'adulte est de taille variable (lg: 4.5-6 mm) pourvu de larges bandes brunes sur les ailes. Il possède une bande transverse noire sur l'abdomen. Le scutellum est divisé en trois zones noires par des bandes blanches ou jaunes très caractéristiques. Les mâles sont différenciés de ceux de *Ceratitidis rosa* par des poils plus courts sur les tibias médians (De Meyer, 2001). *C. fasciventris* est présente dans les pays de l'Afrique de l'Ouest, du Centre et de l'Est. Les individus observés au Mali sont considérés

comme atypiques par rapport aux exemplaires de *C. fasciventris* d’Afrique du Centre et de l’Est (De Meyer, comm.pers.) à cause d’une pilosité plus sombre présente sur leurs tibias médians. Le suivi de la dynamique des populations dans la zone des Niayes a révélé pour l’espèce, des effectifs moins importants que chez *Ceratitis cosyra*, *C. sylvestrii*, et *C. capitata* (Ndiaye, 2008).

2.1.4.1.2.4. *Ceratitis (Ceratitis) capitata* Wiedemann

Ceratitis (Ceratitis) capitata Wiedemann appartient à l’ordre des Diptera, à la famille des Tephritidae et à la tribu des Ceratitidini. L’adulte de la mouche méditerranéenne est de taille variable (lg: 3-5 mm). Tête jaunâtre, thorax et abdomen jaune-gris; les ailes montrent trois bandes jaune-orange, une longitudinale et deux transversales. Les mâles présentent de petites expansions losangiques noires à l’apex de leurs soies orbitales. Les femelles se différencient par le dessin jaune caractéristique de leurs ailes et par la moitié apicale entièrement noire de leur scutellum (De Meyer, 2000).

Deux bandes noires supra-abdominales sont visibles. *Ceratitis capitata* ou la mouche méditerranéenne des fruits est une espèce cosmopolite (régions tropicales et tempérées) à importance économique sur les fruits. L’espèce est polyphage avec plus de 300 espèces de plantes-hôtes identifiées (Liquidó *et al.*, 1991). Les larves de *C. capitata* vivent également aux dépens des piments et des poivrons (Solanaceae) dans toute l’Afrique de l’Ouest et l’île de la Réunion (Vayssières *et al.*, 1999). Les pertes en agrumiculture peuvent atteindre 80% si le contrôle est inapproprié (Cayol *et al.*, 2002).

2.1.4.2 Les Dacini

2.1.4.2.1. *Bactrocera (Bactrocera) invadens* Drew *et al.*

Espèce originaire du Sri Lanka, *B. invadens* est présente en Afrique Occidentale, Centrale et Afrique de l’Est (Vayssières *et al.*, 2008). C’est une espèce multivoltine avec une durée de vie pouvant atteindre 3 mois (Ekesi *et al.*, 2006 ; Balayara, 2008). La répartition géographique s’étend sur une distance Nord-Sud de près de 5.500 km correspondant à une surface de plus de 4 millions de km² (Vayssières et Goergen, 2007). Ses populations augmentent pendant la période de production des mangues subissant l’effet stimulateur de la pluviométrie (Ndiaye, 2008). Espèce de grande taille (≈1cm) de la tribu des Dacini, *Bactrocera invadens* présente deux lignes jaunes thoraciques et un abdomen de couleur orangée avec un T central. Ses ailes sont en majeure partie transparentes et sans taches ou macules particulières mais avec une nervure anale bien distincte. Elle peut présenter de nombreuses variations au niveau des dessins et des couleurs du scutum (Drew *et al.*, 2005). L’espèce est très polyphage. Au

Sénégal *B. invadens* a été rencontré dans la mangue, la goyave et le pomélo *Citrus paradisi* L (Balayara, 2008). Cependant une trentaine de fruits ont été signalés *Psidium guajava* L. (Ndzana Abadan *et al.*, 2008), *Carica papaya* L., *Persea americana* Pers., « pomme étoile » *Chrysophyllum albidum*, *Terminalia catappa* et des fruits sauvages dont *Sclerocarya birrea*, *Vitellaria paradoxa* (Vayssières *et al.*, 2005).

2.1.4.2.2. Autres Dacini

La mouche du melon *Bactrocera cucurbitae* et la mouche éthiopienne des cucurbitacées *Dacus ciliatus* appartiennent à l'ordre des Diptères, à la famille des Tephritidae de la tribu des Dacini, qui sont associées aux infestations des légumes-fruits de la famille des Cucurbitaceae. *Bactrocera cucurbitae* a un comportement polyphage avec une gamme d'hôtes comprenant des espèces de la famille des Anacardiaceae, deux espèces de Rutaceae, une espèce de Annonaceae, une espèce de Solanaceae et une espèce d'Oxalidaceae (Vayssières *et al.*, 2007). *Dacus ciliatus* Loew a été identifié sur le concombre, le melon et d'autres Cucurbitaceae cultivées et sauvages. Ses asticots, de couleur ivoire ou blanchâtre peuvent atteindre 7 à 9 mm de long. L'espèce est présente en Asie du Sud et en Afrique de l'Est, de l'Ouest, du Sud et au Maghreb (EPPO/CABI, 1996).

2.1.4.3. Autres mouches des fruits

2.1.4.3.1. *Carpomyia* Costa

Le genre *Carpomyia* Costa appartient à l'ordre des Diptera, à la famille des Tephritidae à la tribu des Carpomyini. Les espèces du genre *Carpomyia* (*C. incompleta* Becker, *C. pardalina* Bigot, *C. schineri* Loew, *C. tica* Norrbom, *C. vesuviana* Wiedemann) ont été élevées dans des fruits de Cucurbitaceae (*Bryonia*, *Cucumis*, *Citrullus*, et *Ecballium spp.*), Rosaceae (*Rosa spp.*), et Rhamnaceae (*Ziziphus spp.*) (Freidberg et Kugler, 1989 ; White et Elson-Harris 1992 ; Vincelot *et al.*, 2005). L'espèce *Carpomyia vesuviana* Costa est un ravageur de *Ziziphus mauritiana* Lam., du jujubier commun (*Z. jujuba*) et *Z. nummularia* (Lakra et Singh, 1984). Parmi les hôtes sauvages, figurent *Z. rotundifolius* Lam. et *Z. sativus* (Hendel, 1927; Lakra et Singh, 1984). *Carpomyia incompleta* Becker est retrouvé sur le jujube commun *Ziziphus jujuba* (Awadallah *et al.*, 1975) et sur *Ziziphus lotus* (Freidberg et Kugler, 1989) et également sur des hôtes sauvages telsque *Ziziphus Spina-Chriti* (L) Desf. et *Z. sativus* Gaertn (Hendel, 1927).

2.1.4.3.1. *Capparimyia* Bezzi

Le genre *Capparimyia* Bezzi appartient à la famille des Tephritidae. *Capparimyia* Bezzi a été révisé et comporte huit espèces dont quatre nouvelles: *Capparimyia aenigma* sp. nov., *C. maerua* sp. nov., *C. mirabilis* sp. nov., et *C. spatulata* sp. nov. (DeMeyer et Freidberg, 2005). Ces espèces viennent s'ajouter à *C. bipustulata* Bezzi, *C. aristata* Bezzi, *C. savastani* Martelli et *C. melanaspis* Bezzi. *Capparimyia savastani* Martelli ravageur important de *Capparis spinosa* (Freidberg et Kugler 1989). Ces mouches des fruits ont été associées au genre *Capparis* pourvu d'espèces végétales avec ou sans épines à port buissonnant de la famille des Capparidaceae. *Capparis tomentosa* Lam. est utilisé comme essence de protection dans les dispositifs de haies vives au niveau des vergers des Niayes (Ndiaye, 2008).

2.1.5. Les parasitoïdes

Les parasitoïdes des mouches des fruits sont des microguêpes. Certains parasitoïdes larvopaux ont été obtenus à partir de *C. cosyra*, de *C. silvestrii*, de *C. fasciventris*. Il s'agit de :

- *Psytalia perproximus* Silvestri (Braconidae, Opiinae) ;
- *Psytalia cosyrae* Wilkinson (Braconidae, Opiinae);
- *Fopius caudatus* Szépligeti (Braconidae, Opiinae) ;
- *Diachasmimorpha fullawayi* Silvestri (Braconidae, Opiinae) ;
- *Tetrastichus giffardianus* Silvestri (Eulophidae, Tetrastichinae) ;
- *Spalangia simplex* Perkins (Pteromalidae, Pteromalinae) ;
- *Pachycrepoideus vindemmiae* Rondani (Pteromalidae, Pteromalinae) (Vayssières, 2008).

Opius concolor a été identifié sur *Carpomyia incompleta* Becker, *Capparimyia savastani* Martelli et *Ceratitis capitata* au niveau des plantes hôtes respectives le jujubier *Ziziphus vulgaris*, le câprier *Capparis spinosa* et le lyciet *Lycium subglobosum*.

2.1.6. Méthodes de lutte contre les mouches des fruits

Plusieurs méthodes de lutte ont été testées en passant par la lutte chimique, la lutte biologique, les mesures prophylactiques, l'élimination des mâles par les pièges appâtés aux paraphéromones, les traitements par taches, la stérilisation des mâles... La lutte intégrée combinant ces différentes approches exerce moins de pression sur la faune auxiliaire. En effet des hyménoptères ont occasionné une destruction de 2% des populations de *C. capitata* au stade larvaire (Mausse et Bandeira, 2007).

Les prédateurs les plus importants sont les fourmis qui parviennent à extraire larves et pupes des fruits comme du sol (Peng et Christian, 2005). Les staphylins et les larves de carabiques exercent une prédation sur les larves et les pupes tandis que les arachnides capturent surtout des adultes. Des dermoptères peuvent prélever des larves de *Dacus ciliatus* des fruits (Syed, 1969). L'utilisation de paillis diversifie et accroît la communauté de prédateurs terricoles et aide à diminuer l'effectif des populations de mouches de l'airelle myrtille. Le degré d'humidité du paillis et la température peuvent compromettre la survie des pupes (Renkema *et al.*, 2008).

2.2. Généralités sur les fruits

En botanique, le fruit est l'organe végétal protégeant la graine. Caractéristique des Angiospermes, il succède à la fleur par transformation de l'ovaire après fécondation des ovules. La paroi des fruits simples est formée essentiellement par le développement de la paroi des carpelles ou péricarpe. A maturité, ce péricarpe peut être sec ou charnu.

2.2.1. Les fruits charnus

On considère deux sortes de fruits charnus : les baies et les drupes dans lesquelles les graines sont libres (pépins) ou incluses dans un noyau (amande). Les termes de baie et drupe peuvent s'appliquer également aux fruits dérivés d'un ovaire infère (fruits complexes). Dans ce cas, le "péricarpe" n'est pas la paroi de l'ovaire mais a une origine double : paroi de l'ovaire et paroi du réceptacle.

2.2.2. Les baies

Une baie est un type de fruit charnu, en général indéhiscent et contenant une ou plusieurs graines, les pépins comme le cas de la tomate (Chaïb, 2007). Le péricarpe de la baie est composé de l'extérieur vers l'intérieur d'un épicarpe très fin, un mésocarpe charnu (appelé sarcocarpe) et d'un endocarpe charnu. Des exemples de baies à plusieurs graines sont fournis par : *Capparis tomentosa* Lam., *Annona muricata* L.; *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsun et Nakai, *Citrullus colocynthus* O. Kze., *Cordyla pinnata* Miln.-Red... Les baies à une seule graine monocarpique se rencontrent chez *Persae americana* Mill. et *Phoenix dactylifera* L..

2.2.3. Les drupes

La drupe est caractérisée par un péricarpe composé d'une partie charnue (sarcocarpe) et d'une partie sclérifiée (scléocarpe). La partie charnue est souvent consommée et le péricarpe

rarement consommé. Le sclérocarpe dérive de l'endocarpe (épiderme du carpelle) devient « osseux », scléreux ou cartilagineux, forme la paroi du noyau contenant la graine. Dans certains cas la graine (noix ou amande) est comestible. La drupe peut être monosperme ou polyspermes (la drupe du caféier porte 2 noix).

2.2.4. Les hespérides

Les hespérides sont les fruits des agrumes. Les agrumes sont de la famille des Rutaceae. Cette famille regroupe les genres *Citrus*, *Fortunella*, *Poncirus*. Parmi lesquels on trouve les citrons (*Citrus limon* Burm.f.), les clémentines *Citrus clementina* Hort. ex Tan., les bergamotes *Citrus aurantium* L., les limes *Citrus aurantifolia* Swing., les mandarines *Citrus reticulata* Blanco, et *Citrus deliciosa* Tan., les oranges *Citrus sinensis* (L.) Osbeck., les pamplemousses *Citrus maxima*, les pomelos *Citrus paradisi* Macfad., les kumquats *Fortunella japonica* Swing et *Fortunella margarita* Swing et les tangerines.

2.2.5. Autres caractéristiques des fruits charnus

Les fruits peuvent être caractérisés par le mode de maturation ainsi :

- Les fruits climactériques mûrissent sous l'action de l'éthylène même après la récolte (*Mangifera indica* L., *Annona muricata* L., *Annona squamosa* L., *Carica papaya* L., *Persea americana*, *Psidium guajava* L., *Achras sapota* L. ...) ;
- Chez les fruits non climactériques, le processus de maturation s'arrête dès la récolte (*Anacardium occidentale* L., *Citrus paradisi* L., *Citrus aurantifolia* L., *Citrus reticulata* L., *Citrus sinensis* L., *Citrus maxima* L., *Citrillus lanatus* Matsum et Naka (pastèque)) ;
- Les fruits communément sans graines (parthénocarpiques) renferment la banane (climactérique), l'ananas (non climactérique) (Chaïb, 2007), certains cultivars d'agrumes... (Ed Verheij, 2006).

2.2.6. Evolution du fruit : cas de la mangue

Dès la fécondation, les cellules du fruit se multiplient et croissent rapidement. Trois semaines plus tard, les cellules s'allongent le fruit grossit. Vient alors une phase d'accumulation de réserve sous forme d'amidon. A la fin de cette phase climactérique, la mangue se colore, les apports nutritifs de l'arbre diminuent, la mangue devient mature. L'amidon se transforme en sucre, l'acidité baisse, la coloration, le goût et le parfum se développent. Le temps séparant la floraison de la récolte est de 4 mois à 4 mois et demi.

2.2.7. Le processus de maturation des fruits

La maturation est un phénomène irréversible, coordonné, génétiquement programmé et impliquant une série de changements biochimiques, physiologiques et organoleptiques (Chaïb, 2007). Le ramollissement de la texture du fruit (pulpe) lors de la maturation conduit à des effets néfastes pour le stockage. Ce processus est influencé par l'éthylène, le dioxyde de carbone, la température et l'oxygène. L'amidon, les pectines, la cellulose et les hémicelluloses constituent les classes majeures de polysaccharides de la paroi cellulaire qui subissent des modifications lors de la maturation. Ces modifications sont attribuées à l'action des enzymes.

Les fruits sont récoltés à maturité physiologique optimale ; stade à partir duquel l'acquisition de la compétence à répondre à l'éthylène et à le synthétiser de façon autocatalytique se produit (Johnson *et al.*, 1997).

Les stades de maturation des fruits charnus tropicaux comestibles sont déterminés à partir de différentes caractéristiques du fruit : la couleur de la peau et de la pulpe, la fermeté de la pulpe, l'extrait sec soluble, le taux d'humidité et la teneur en matière sèche. Pour les fruits climactériques, la maturation s'accompagne d'une augmentation de la respiration associée à une brusque stimulation de la synthèse d'éthylène (Gamage *et al.*, 1999).

2.2.8. Evolution des substances pectiques pendant la croissance et la maturation des fruits

Les pectines sont des composants de la paroi cellulaire primaire et de la lamelle moyenne contribuant à la texture du fruit. La pectine joue un rôle important dans la consistance du fruit et dans les changements structuraux lors de la maturation et le stockage. Le ramollissement du tissu est attribué à la dégradation enzymatique et à la solubilisation de la protopectine (Sakai *et al.*, 1993). Des changements en proportions et en caractéristiques physicochimiques des substances pectiques ont été montrés dans plusieurs fruits (Kertesz, 1951). Lors de la maturation, la perte progressive en rigidité est le résultat de la solubilisation progressive des protopectines dans la paroi cellulaire pour former la pectine et d'autres produits (John *et al.*, 1986). La solubilisation suivie par la dépolymérisation et la déestérification des polysaccharides pectiques est le changement d'apparence se produisant pendant la maturation de plusieurs fruits dont la fraise (Nogata *et al.*, 1993), le melon (Rose *et al.*, 1998), la banane (Happi Emaga *et al.*, 2007).

Chez la goyave *Psidium guajava* L., la teneur en substances pectiques varie avec le stade de croissance, la saison et le cultivar. En passant du fruit vert au fruit mûr, la teneur en pectine augmente. Il en est de même pour la teneur en pectine soluble dans l'eau et la protopectine.

Ce phénomène est attribué à l'action des polygalacturonases agissant avec d'autres enzymes telles que les pectines méthylestérases (Marcellin *et al.*, 1990).

L'évolution des substances pectiques chez les dattes en croissance a montré que la teneur en pectine décroît avec la maturation des fruits ; toutefois cette baisse de teneur n'a pas d'effet sur la texture (Myhara *et al.*, 2000). Ainsi, du stade de maturation-vert au stade de maturation-jaune, les teneurs en pectine des dattes décroissent (Alhooti *et al.*, 1997). La teneur en acide galacturonique décroît avec le ramollissement de la fraise (Inari *et al.*, 1997). La perte de la masse est observée pour la papaye (Paull *et al.*, 1999) et la mangue (Yashoda *et al.*, 2005), avec pour celle-ci des pertes en galactose, arabinose et mannose. Ainsi, le ramollissement des fruits au cours de la maturité dépendrait de la dégradation et de la dépolymérisation des polysaccharides pectiques par les enzymes hydrolysant les pectines (Inari *et al.*, 2000). Toutes les modifications constatées au cours de la maturation et du vieillissement font que les pectines extraites des fruits mûrs ont un faible degré d'estérification, une faible masse et une teneur en sucre neutre élevée comparée aux pectines extraites des fruits non mûrs (Huber *et al.*, 1986).

2.2.9. Importance des fruits :

Selon les statistiques de la Direction de l'Horticulture, entre 1999 et 2000 les moyennes annuelles de production se chiffraient à 145 000T de fruits dont 86 450 de mangues, 35 500T d'agrumes et 16 250T de bananes. Les importations de fruits concernent les agrumes, les pommes, les poires, etc. de l'Europe, de l'Afrique du Sud et du Maroc. Pour les fruits tropicaux, il s'agit de l'ananas, la noix de coco, la mangue, la banane de Guinée et de la Côte d'Ivoire. Les produits de cueillette occupent une place de choix dans le commerce et la consommation des produits classés fruits et légumes. Ces produits généralement récoltés des forêts casamançaises et du Sénégal oriental sont très variés : *Tamarindus indica* L., *Adansonia digitata* L., *Saba senegalensis* L., *Phoenix dactylifera* L., *Detarium senegalensis* L., *Ziziphus mauritiana* Lam. Etc. (Infoconseil et Paoa, 2006).



III. MATERIEL ET METHODE

3.1. Présentation de la zone d'étude

La figure 1 représente la carte de la zone d'étude avec un positionnement en jaune des sites qui abritent les vergers dans lesquels la collecte des fruits a été effectuée.



Figure 1 : Photo satellite de la Zone d'étude et positionnement des sites de l'étude au niveau des Niayes, de Thiès et Sindia (Source : Google Earth)

3.1.1. Zone des Niayes

La zone des Niayes constitue une frange côtière située entre Dakar et Saint-Louis. Cette zone s'étend sur une longueur de 180 km et sa largeur varie de 5 à 30 km à l'intérieur des terres. Elle s'inscrit entre les longitudes 17°26' W et 16°15' W et les latitudes 14° N et 15°56' N. Elle est située entre les isohyètes 500 mm au Sud vers Dakar à 350 mm au Nord vers Saint-Louis. Les pluies hivernales s'étalent de juillet à septembre. A cela s'ajoutent les précipitations de heug entre décembre et février importantes pour les cultures de contre saison (Pereira, 1963). Les températures sont relativement basses avec des maxima entre septembre et octobre (Mbaye, 2006) et des minima en février. L'humidité relative est comprise entre 15% et 90%.

Les sols sont ferrugineux tropicaux non lessivés, hydromorphes ou vertisols dans les bas fonds (Cissé, 2000). La profondeur de la nappe va de l’affleurement à 20-30m. La qualité de l’eau est relativement bonne et le taux de résidus varie de 0,3 à 0,5 g/l au Nord et de 0,7 à 3 g/l au Sud (Cissé *et al.*, 2002).

La zone des Niayes appartient au domaine soudano sahélien. Sa végétation est influencée par la topographie, la nature pédologique et la présence de l’eau. Les formations végétales sont dominées par *Elaeis guinensis*, *Cocos nucifera* et des espèces aquaphiles (*Nymphaea lotus*, *Phragmites vulgaris*...) sur les bas fonds à sols très humifères ; par *Parinari macrophylla*, *Acacia alba*, *Acacia seyal*, *Balanites aegyptiaca*, avec des Euphorbiaceae, des Combretaceae et des graminées telles que *Cenchrus biflorus*, *Andropogon sp.*, *Eragrostis sp.* sur les dunes rouges gogoliennes ; par *Opuntia tuna*, *Maytenus senegalensis* sur les dunes jaunes et blanches (Ba *et al.*, 1998). A cette végétation naturelle s’ajoutent les plantations de protection à *Casuarina equisetifolia*.

3.1.2. Zones de Peykouck Sérère et de Pout

La zone de Peykouck Sérère (14°46’N et 16°57’O), traversée par la route de Khombole est située à 4 km de Thiès. La zone de Pout à l’autre revers des falaises de Thiès. Les deux sites appartiennent au plateau de Thiès. Le sol appartient à la famille des sols ferrugineux tropicaux lessivés. Il s’agit d’un sol peu évolué, à texture sableuse en surface et limono sableuse en profondeur avec un niveau de fertilité faible (Zanté, 1984). Le climat est de type soudano sahélien. La pluviométrie est comprise entre 400 et 600 mm. La végétation est caractérisée par l’influence de la rôneraie de Fandène *Borassus aethiopum* et la présence des parcs à *Faidherbia albida*, et d’autres ligneux dont *Balanites aegyptiaca*, *Azadirachta indica*, *Bauhinia rufescens*, *Piliostigma reticula*, *Diopyros mespiliformis*, *Guiera senegalensis*... Située sur le plateau de Thiès et dans le bassin arachidier, la zone présente une bonne aptitude au reboisement, à l’arboriculture et au maraîchage (CONSERE, 1997).

3.1.3. Zone de Sindia

La zone de Sindia (14°35’1 N et 17°2’8 O) appartient au système pédoclimatique des glacis et plaines sur marno-calcaire où s’est individualisée une unité de sols ferrugineux hydromorphes sur matériaux colluvionnaires marno-calcaires au Sud de la forêt de Bandia. La texture des horizons de surface est sablo argileuse à argilo sableuse. La nappe phréatique est localement accessible. La pluviométrie se situe entre 400 et 600 mm. La végétation est essentiellement composée des espèces de reboisement de Bandia (*Khaya senegalensis*, *Eucalyptus sp.*) et des

formations naturelles de forêts et réserve communautaire de Popenguine composées de *Acacia seyal*, *Acacia albida*, *Acacia ataxcantha*, *Combretum sp*, *Borassus aethiopum*, *Guiera senegalensis*, *Adansonia digitata*. La zone présente une bonne aptitude au reboisement et à la polyculture (CONSERE, 1997).

3.1.4. Sites concernés par l'étude

Dans la zone des Niayes, l'étude a porté sur 8 localités (avec 13 vergers) dont Notto Gouye Diama (4vergers : « NG1 », « NG2 », « NG3 » et « NG4 ») ; Keur Séga (verger « KSG ») ; Bayakh (verger « BY ») ; Sangalkam (verger « SK ») ; Gorom II (verger « GII ») ; Keur Ndiaye Lô (verger « KNL ») ; Sébikotane (2vergers : « SE1 » et « SE2 ») ; Keur Moussa (2vergers : « KM1 » et « KM2 »), Pout (verger « PT »).

Dans la zone de Peykouck à Thiès l'étude a été circonscrite au verger « PK ». A Sindia, l'étude a porté sur les vergers « SI1 », « SI2 » et « SI3 ».

3.1.5. Caractéristiques des vergers :

Sur le plan de la composition spécifique ou variétale de la parcelle, les vergers concernés par l'étude peuvent être répartis en deux types :

- Les vergers de type traditionnel améliorés où différentes espèces fruitières (plusieurs variétés locales et des variétés améliorées d'agrumes et de manguiers, anacardiens, annones...) peuvent être disposées de diverses manières :
 - mélangées au sein d'une parcelle à l'image de la polyculture des jardins de case (« NG2 » à Notto gouye diama, « SK » à Sangalkam, « BY » à Bayakh, « SE2 » à Sébikotane, « SI2 » et « SI3 » à Sindia, « PT » à Pout, « KM2 » à Keur Moussa) ;
 - ou disposées en bandes monospécifiques au sein de la parcelle (association anacardier+manguier ou anacardier+agrumes) au verger « GII » à Gorom II ou association (agrumes + papaye) au verger « KNL » à Keur Ndiaye Lô. La conduite est faite avec des apports en eaux d'irrigation, des amendements en fumure organique d'origine animale (« KM2 » à Keur Moussa, « SE1 » et « SE2 » à Sébikotane, « BY » à Bayakh, « KNL » et « PT » à Pout). Leur surface est souvent inférieure à 10ha. Les arbres sont pour la plupart âgés avec une certaine irrégularité dans les tailles d'entretien. Les écartements des arbres sont souvent faibles avec des taux de recouvrement importants sur la parcelle cas des vergers « PT », « SE2 », « GII » et « KM2 ». Les agrumes sont bas branchus et leurs pieds rarement dégagés rendant pénible l'opération de récolte. Il en est de même pour les anacardiens disposés en

bandes linéaires de 5 à 10m d'emprise et distantes de 100m entre les parcelles de manguiers et d'agrumes.

- Les vergers de type moderne où les parcelles sont plus homogènes dans la composition spécifique et variétale. Ces vergers occupent souvent des surfaces supérieures à 10ha. Les apports en eau sont souvent réguliers. Les opérations de tailles d'entretien sont pratiquées en fin de production et les écartements sont de 10mx5m, 9mx9m et 10mx10m. Ces vergers sont représentés par « SI1 » à Sindia, « KSG » à Keur Séga, « NG3 ». et « NG1 » à Notto Gouye Diama et « KM1 » à Keur Moussa.

Les clôtures des vergers excepté SI1 sont en haie vive plurispécifique à *Euphorbia turicali* L., *Euphorbia balsamifera* Ait., *Capparis tomentosa* Lam.

L'irrégularité des opérations de désherbage favorise la prolifération de cucurbitacées sauvages dont *Kedrostis hirtella* Cogn., *Momordica balsamina* L., *Momordica charantia* L...

Des activités maraîchères de contre saison sont menées dans la plupart des vergers en plus de l'entretien de la pépinière ou parc à bois.

3.2. Matériel biologique

3.2.1. Le matériel végétal :

Le matériel végétal est constitué pour l'essentiel des fruits collectés dans les vergers des différentes zones concernées par l'étude. Dans chaque verger, des fruits ont été ramassés au pied des arbres et cueillis sur arbre. Ces fruits appartiennent aux espèces et/ou variétés plantées ou spontanées existantes dans ou autour des vergers. Les Tableaux 1, 2, 3, 4, et 5 présentent les différentes plantes fruitières existant dans les vergers.

Tableau 1 : Les plantes fruitières concernées à Notto Gouye Diama

Espèce	Variété/nom courant	NG1	NG2	NG3	NG4
<i>Mangifera indica</i> L	<i>Boukodiékhal</i>		+		+
	<i>Séwé</i>	+	+		+
	Kent	++	++	+	++
	Keitt	++	++	+	++
<i>Achras sapota</i> L.	Sapotillier	+		+	
<i>Citrus x paradisi</i> Macfad.	Shambar			+	
	Red blush			+	
	Marsh			+	
<i>Citrus sinensis</i> L.	Hamelin				
	Japonaise				
<i>Citrus aurantifolia</i> L.	Lime mexicaine	+		+	
	Lime tahiti	+			
<i>Citrus deliciosa</i> Tan.	Mandarine commune			++	
<i>Citrus clementina</i> Hort.exTan.	Clémentine			++	
<i>Citrus maxima</i> (Murm.)Merr	Pampleoussier			+	
<i>Kedrostis hirtella</i> Cogn.	<i>Kedrostis hirtella</i>		+	+	
<i>Momordica balsamina</i> L.	Liane merveille	+	+		
<i>Capparis tomentosa</i> Lam.	Câprier	+	+	+	
<i>Parinari macrophylla</i> Sabine.	Pommier du cayor	+	+	+	

+ : présence dans le verger

++ : dominant sur parcelle ou en plantation homogène sur parcelle

Tableau 2 : Les plantes fruitières concernées à Keur Séga, Bayakh et Sangalkam

Espèce	Variété/nom courant	Keur Séga	Bayakh	Sangalkam
		KSG	BY	SK
<i>Mangifera indica</i> L.	<i>Boukodiékhal</i>	+	+	+
	<i>Séwé</i>	+	+	+
	<i>Koykhar</i>		+	
	<i>Birane Diop</i>		+	
	<i>Dieg bou gatt</i>		+	
	<i>Greffeu</i>		+	
	Kent	++	++	++
	Keitt	++	++	++
	Valencia		+	+
	Amélie		+	+
	Haden		+	
	David haden		+	
	Palmer		+	
	Early gold		+	
	Colombo	+		
Divine		+		
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Pomme cajou jaune	+	+	
	Pomme cajou rouge	+	+	
<i>Carica papaya</i> L.	Solo		+	
<i>Citrus x paradisi</i> Macfad.	Marsh		+	
<i>Capsicum annuum</i> L.	Piment		+	
<i>Annona muricata</i> L.	Carrossolier		+	
<i>Capparis tomentosa</i> Lam.	Câprier	+	+	+
<i>Momordica balsamina</i> L.	Liane merveille	+	+	+

+ : présence dans le verger

++ : dominant sur parcelle ou en plantation homogène sur parcelle

Tableau 3 : Les plantes fruitières concernées à Gorom II, Keur Ndiaye Lô et Pout

Espèce	Variété/nom courant	GoromII	KeurNdiayeLo	Pout
		GII	KNL	PT
<i>Mangifera indica</i> L.	<i>Boukodiékhal</i>	+	+	+
	<i>Séwé</i>	+	+	+
	<i>Koykhar</i>			+
	<i>Birane Diop</i>		+	+
	<i>Dieg bou gatt</i>			+
	<i>Greffeuil</i>	+		+
	Kent	+	+	+
	Keitt	++	+	+
	Valencia		+	
	Amélie			+
	Sensation			+
	Sanguine			+
	Palmer	++		+
	Pêche			+
	Ruby		+	
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Pomme cajou jaune	++		
	Pomme cajou rouge	++		
<i>Persea americana</i> Mill.	Avocatier			+
<i>Achras sapota</i> L.	Sapotillier	+		
<i>Carica papaya</i> L.	Solo		++	
<i>Citrus paradisi</i> Macfad.	Red blush			+
	Marsh			+
<i>Citrus aurantifolia</i> L.	Lime mexicaine	+	++	
	Lime tahiti		++	
<i>Citrus reticulata</i> X <i>Citrus paradisi</i> =Tangelo				+
<i>Citrus reticulata</i> X <i>Citrus sinensis</i> =Tangor Carvalhal				+
<i>Citrus aurantium</i> L.	Bigaradier			+
<i>Citrus deliciosa</i> Tan.	Mandarine commune			+
<i>Citrus clementina</i> Hort. exTan	Clémentine			+
<i>Kedrostis hirtella</i> Cogn.	<i>Kedrostis hirtella</i>	+		
<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum.&Nakai	Pastèque	+		
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Cérise de cayenne	+		
<i>Cucumis sativus</i> L.	Concombre	+		

+ : présence dans le verger

++ : dominant sur parcelle ou en plantation homogène sur parcelle

Tableau 4 : Les plantes fruitières concernées à Sébikotane et Keur Moussa

Espèce	Variété/nom courant	Sébikotane		Keur Moussa	
		SE1	SE2	KM1	KM2
<i>Mangifera indica</i> L.	<i>Boukodiékhal</i>	+	+		+
	<i>Séwé</i>				+
	<i>Greffeul</i>	+		+	
	Kent	+	+	++	++
	Keitt	+		++	++
	Valencia				+
	Haden	+			+
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Pomme cajou jaune	+		+	+
	Pomme cajou rouge	+		+	+
<i>Psidium guajava</i> Radd.	Goyavier local		+		
	Goyavier rose	+			
<i>Achras sapota</i> L.	Sapotille	+	+	+	
<i>Citrus paradisi</i> Macfad.	Shambar	++	++	++	+
	Red blush	++		++	
	Marsh	++		++	
<i>Citrus sinensis</i> L.	Hamelin	+		+	
	Japonaise	+	+		
<i>Citrus aurantifolia</i> L.	Lime mexicaine				+
	Lime tahiti				+
<i>Citrus reticulata</i> L.	Tangelo			+	
<i>Citrus aurantium</i> L.	Bigaradier			+	
<i>Citrus deliciosa</i> Tan.	Mandarine commune			+	
<i>Citrus clementina</i> Hort.exTan	Clémentine			+	
<i>Fortunella margarita</i> Swing	Kumquat ovale			++	+
<i>Annona muricata</i> L.	Carossolier		+		
<i>Capparis tomentosa</i> Lam.	Câprier				+
<i>Momordica balsamina</i> L.	Liane merveille	+			

+ : présence dans le verger

++ : dominant sur parcelle ou en plantation homogène sur parcelle

Tableau 5 : Les plantes fruitières concernées à Sindia et Thiès

Espèce	Variété/nom courant	Peykouck	Sindia		
		PK	SI1	SI2	SE3
<i>Mangifera indica</i> L.	<i>Boukodiékhal</i>	+	+	+	+
	Birane Diop	+			
	Kent		++	+	+
	Keitt		++	+	+
	Colombo		++		
	Pêche		++		
	Irwin		++		
	Early gold		++		
	Haden		++		
	Valencia		++		
	Amélie		++		
	Sensation		++		
	Divine		++		
	Palmer		++		
	Heidy		++		
David Haden		++			
<i>Ziziphus mauritiana</i>	Jujubier local		++		
	Jujubier gaula	+	+		
<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Datte rouge		+		
	Datte jaune		+		
<i>Cordyla pinnata</i> Miln.-Red.	Poirier du cayor		+	+	+
<i>Spondias mombin</i> L.	Mobin rouge		+		
<i>Psidium guajava</i> Radd.	Local	+			
<i>Carica papaya</i> L.	Solo		++		
<i>Citrus paradisi</i> Macfad.	Red blush		++		
	Shambar		++		
	Orobianco		++		
<i>Citrus aurantifolia</i> L.	Lime mexicaine	+	++		
	Lime Yuma		+		
	Lime IAC		++		
	Lime tahiti		++		
<i>Fortunella margarita</i> Swing	Kumquat ovale		+		
<i>Fortunella japonica</i> Swing	Kumquat ronde		+		
<i>C. aurantifolia</i> X <i>F. japonica</i> =Lime Eustis ou limequat			+		
<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.	Eurêka		++		
<i>Citrus deliciosa</i> Tan.	Mandarine commune		++		
<i>Citrus clementina</i> Hort.	Clémentine		++		
<i>Kedrostis hirtella</i> Cogn.	<i>Kedrostis hirtella</i>	+	+		
<i>Cucumis melo</i> L.	Var. <i>agrestis</i> Naudine		+		
<i>Saba senegalensis</i> Pichon.	<i>Madd</i>		+		
<i>Phyllatus acidus</i> (L.) Skeel.	Surelle	+			

+ : présence dans le verger

++ : dominant sur parcelle ou en plantation homogène sur parcelle

3.2.2. Le matériel animal :

Le matériel animal concerne l'ensemble des mouches des fruits Tephritidae et parasitoïdes obtenus suite à l'incubation des fruits récoltés dans les vergers retenus dans la présente étude.

3.3. Matériel non biologique

Le matériel non biologique est composé de :

- sachets en plastique pour la collecte des échantillons de fruits au champ ;
- sable grossier de dune tamisé et stérilisé à l'autoclave à 120°C pour servir de substrat de pupaison ;
- 50 seaux de 10litres, 20 sucrières de 1litre, de 30pots de récupération de 0,5litre servant de récipient pour incuber les échantillons de fruits sur sable de dune ;
- 5bassines de 20litres, 5seaux de 15litres ;
- un tamis de 5mm pour préparer le lit de pupaison en vue de faciliter l'extraction ;
- 500boîtes de pétri, une pince flexible ;
- 1kg de fil de fer d'attache, du tissu léger pour couvrir les seaux et pots ;
- une loupe à main et une loupe binoculaire+lampe d'éclairage pour identifier les émergences (mouches des fruits, parasitoïdes, autres...) ;

3.4. Conduite des travaux

Après des visites de propection dans différents vergers pour prendre contacts avec les producteurs, 19 vergers ont été retenus pour cette étude. Dans chaque verger, des échantillons de fruits ont été régulièrement ramassés par terre ou cueillis sur arbre pour chaque plante fruitière, selon la disponibilité dans le verger et la période.

Ces échantillons de fruits sont ramenés au laboratoire où les dimensions sont mesurées avant d'être répartis en classes de grosseur de 0-5cm, 5-10cm, 10-15cm, 15-20cm. Ce classement tient compte de la couleur, de l'état du fruit (mûr, immature, avorté, pourrissant et fendu), de la localisation du fruit lors de la récolte (sur arbre ou à terre) et du mode de production (production continue ou saisonnière) et la vague de floraison pour la mangue (premières vagues de floraison et deuxièmes vagues de floraison).

Les fruits de chaque échantillon sont pesés par classe et mis dans un seau en plastique sur un substrat de sable grossier préparé à cet effet. Dans ce récipient les fruits sont recouverts par une étoffe bien attachée pour parer à toute sortie de larves et imagos ou entrée des fourmis et araignées.



Après 5 à 15 jours d'incubation selon le stade des larves au moment de la collecte des fruits, les pupes sont extraites et les éventuelles mouches ayant émergé sont identifiées et décomptées par espèce et par sexe. L'extraction se fait avec de l'eau et un tamis en cas de présence d'asticots, ceux-ci sont replacés au niveau de l'échantillon et le tout est remis en incubation dans un autre récipient jusqu'à l'entrée en pupaison des asticots. Les pupes extraites sont mises en observation dans des boîtes de pétri et suivies jusqu'à 8 à 12 jours. Après éclosion des dernières pupes, les émergences sont identifiées et comptées par espèce, par sexe et répertoriées par échantillon suivant les paramètres mentionnés par date de relevé. Ces opérations ont été menées à travers des missions dans les vergers identifiés d'avril à décembre 2008, couvrant les périodes de floraison, nouaison, grossissement et maturation pour la campagne de mangue jusqu'à l'amorce des premières vagues de floraison de la campagne suivante.

3.5. Observations

Les observations ont porté directement sur :

- le poids des échantillons de fruits récoltés sur le terrain ;
- les dimensions des fruits ;
- leur couleur ;
- leur état ;
- le nombre de pupes extraites par échantillon de fruits ;
- le nombre de mouches ayant émergé par échantillon de fruits ;
- les espèces de mouches émergeant et leur sexe ;
- les parasitoïdes émergeant des pupes.

Pour chaque échantillon le nombre de pupes et le nombre de mouches sont ramenés au kilogramme de fruits. Il a été procédé à l'identification des espèces de mouches des fruits émergées et leur comptage. Les espèces identifiées ont fait l'objet de confirmation par l'Institut International de l'Agriculture Tropical (IITA) et le Centre de Coopération Internationale en Recherches Agronomiques pour le Développement (CIRAD).

Le traitement des données a été réalisé avec les logiciels Ms Excel 2007, Xlstat 2008 et SPSS.

IV.RESULTATS

4.1. Caractérisation des échantillons des fruits

4.1.1. Répartition spatiale des fruits collectés

Les fruits collectés sur le terrain ont été pesés et classés selon la provenance. Ainsi 663,2 kg de fruits ont été collectés dans la période allant du 08 avril au 08 décembre 2008. Cette quantité correspond à 7290 fruits avec un poids moyen de l'échantillon à chaque prélèvement de 935g/verger. Le tableau 6 présente la répartition de la quantité de fruits collectée par verger.

Tableau 6 : Répartition de la quantité des fruits collectés dans les différents vergers

Zones	Sites	Vergers	% de fruits collectés	Total/Site
Niayes	Notto gouye diama	NG3	2%	8%
		NG1	3%	
		NG2	2%	
		NG4	1%	
	Bayakh	BY	6%	6%
	Gorom II	GII	4%	4%
	Keur Moussa	KM2	3%	11%
		KM1	8%	
	Keur Séga	KSG	5%	5%
	Keur Ndiaye Lo	KNL	3%	3%
	Sangalkam	SK	3%	3%
Sébikhoutane	SE1	4%	10%	
	SE2	6%		
Thiès	Peykouck	PK	0%	0%
	Pout	PT	12%	12%
	Sindia	SI2	4%	38%
		SI3	1%	
		SI1	33%	

Le tableau 6 montre que la moitié des fruits collectés (50%) provient de la zone des Niayes. La répartition est relativement homogène au niveau des sites de Notto Gouye Diama (NG1, NG2, NG3, NG4), Bayakh (BY), Gorom II (GII), Keur Moussa (KM1, KM2), Keur Séga (KSG), Keur Ndiaye Lo (KNL), Sangalkam (SK), et Sébikotane (SE1, SE2). L'autre moitié est collectée à partir des vergers situés à l'intérieur des terres du plateau de Thiès à Pout (PT), Peykouck (PK) et Sindia (SI1, SI2, SI3).

4.1.2. Composition des échantillons collectés et périodes de présence des fruits

Les échantillons de fruits collectés émanent de plusieurs espèces présentées dans les tableaux 1, 2, 3, 4 et 5. La composition des échantillons de fruits collectés varie dans le temps en fonction de la phénologie des plantes fruitières présentes dans les vergers. Les périodes de présences des fruits ont été mentionnées pour chaque plante dans le Tableau 7.

Tableau 7 : Période de présence des fruits dans les vergers

Plantes fruitières	avril	mai	juin	juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
<i>Achras sapota</i>									
Agrumes									
<i>Anacardium occidentale</i>									
<i>Annona muricata</i>									
<i>Annona senegalensis</i>									
<i>Capparis tomentosa</i>									
<i>Capsicum frutescens</i>									
<i>Carica papaya</i>									
<i>Citrullus lanatus</i>									
<i>Cordyla pinata</i>									
<i>Cucumis metuliferus</i>									
<i>cucumis sativus</i>									
<i>Eugenia uniflora</i>									
<i>Jatropha curcas</i>									
<i>Kedrostis hirtella</i>									
<i>Mangifera indica</i>									
<i>Momordica balsamina</i>									
<i>Parinari macrophylla</i>									
<i>Passiflora edulis</i>									
<i>Persea americana</i>									
<i>Phoenix dactylifera</i>									
<i>Phyllanthus acidus</i>									
<i>Psidium guajava</i>									
<i>Saba senegalensis</i>									
<i>Solanum aethiopicum</i>									
<i>Spondias Mombin</i>									
<i>Ziziphus mauritiana</i>									
Mois	avril	mai	juin	juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.

Le tableau 7 montre qu'à toute période il ya des fruits dans les vergers. Ces fruits sont des espèces cultivées ou des plantes spontanées dans et autour des vergers. Pour la plupart des plantes, la fructification est continue c'est le cas de *Ziziphus mauritiana var gaula*, *Phyllanthus acidus*, *Psidium guajava*, *Carica papaya*, *Passiflora edulis*, *Saba senegalensis*, *Kedrostis hirtella*, *Momordica balsamina*... D'autres plantes suivent une fructification

saisonnière ; il s'agit de *Annona senegalensis*, *Cordyla pinnata*, *Mangifera indica*, *Spondias Mombin*... Les périodes de maturation des fruits varient d'une plante à l'autre selon la phénologie de l'espèce et des cultivars. Sur les 663,2 kg de fruits collectés, la mangue représente 59% et les agrumes occupent 28%. La mangue est produite pendant des périodes différentes selon la variété.

4.1.3. Périodes de présence et de maturation des variétés de mangues

Le tableau 8 représente un diagramme de Gant qui montre les périodes de présence des fruits au champ pour les différentes variétés des mangues pendant toute la durée de nos travaux du 08/04/2008 au 08/12/2008.

Tableau 8 : Période de présence et de maturation des variétés de mangues

Variétés	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Allongée			++	+++					
Amélie				+++	+	+			
Birane Diop		++	+++	+					
Boucodiékhal				++	+++	+	+		
Colombo				+++					
David Haden				+++	+	+			
Dieg bou gatt		++	+++	+					
Divine			++	+++					
Early gold			++	+++					
Greffal		++	+++	+					
Haden			+++	+					
Heidy			++	+++	+				
Irwin			++	+++					
Keitt				++	+++	+	+		
Kent			++	+++	+	+			
Koy khar			+++	+					
Palmer			++	+++					
Pêche			++	+++					
Ruby			++	+++					
Sanguine			++	+++	+				
Sensation			++	+++					
Séwé		++	+++	+	+				
Valencia			++	+++					
Zill			++	+++					
	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.

++: Début de maturation

+++ : Pleine maturation

+ : Maturation des dernières mangues

Le tableau 8 montre que la plupart des variétés entrent en fructification en avril. Les fruits des variétés précoces Birane diop, Dieg bou gatt, Early gold, Greffal, Sensation, Zill, Valencia, Ruby, Palmer, Irwin, Pêche sont rares à partir de fin juillet et début août. Par contre les variétés semi tardives continuent à produire des fruits jusqu'en août (cas des variétés Heidi, Sanguine et Séwé) ou même Septembre ou octobre (cas des variétés Keitt, Kent, Amélie, Boucodiékhall, David Haden). Les périodes de pleine maturation se situent entre juin-juillet pour les variétés précoces et juillet-août pour les variétés tardives.

4.1.4. Composition des émergences issues des échantillons de fruits collectés

La mise en observation au laboratoire des 7290 fruits collectés au champ a permis de relever 37276 pupes. Le tableau 9 présente la répartition des insectes issus des pupes extraites des fruits collectés au champ.

Tableau 9 : Nature des émergences issues des pupes extraites de fruits collectés au champ

Familles	Espèces	Effectifs	Sexe
Tephritidae	Mouches des fruits	22972	48% ♂
			52% ♀
Braconidae	Parasitoïdes	122	-
Muscidae	Mouches domestiques	795	-
Total		23889	-

Le tableau 9 montre que les insectes ayant émergé des pupes appartiennent à 3 familles : Tephritidae, Braconidae et Muscidae. L'essentiel des insectes issus des pupes (96%) est constitué de mouches des fruits composées de 52% de femelles toutes espèces de Tephritidae confondues. Les mouches domestiques de la famille des Muscidae représentent 3% et un insecte sur 100 appartient à la famille des Braconidae, parasitoïde des mouches des fruits ou des mouches domestiques.

4.2. Dynamique des émergences de Tephritidae

4.2.1. Dynamique globale des émergences sur l'ensemble des vergers

Les émergences issues des échantillons de fruits collectés du 8 avril au 8 Décembre 2008 ont été enregistrées en fonction de la date de collecte qui correspond à la date de mise en observation au laboratoire. Les fluctuations moyennes des mouches des fruits par kilogramme

de fruits collectés ont été suivies. La dynamique des émergences et les périodes de maturation des fruits majeurs sont présentées dans la figure 2.

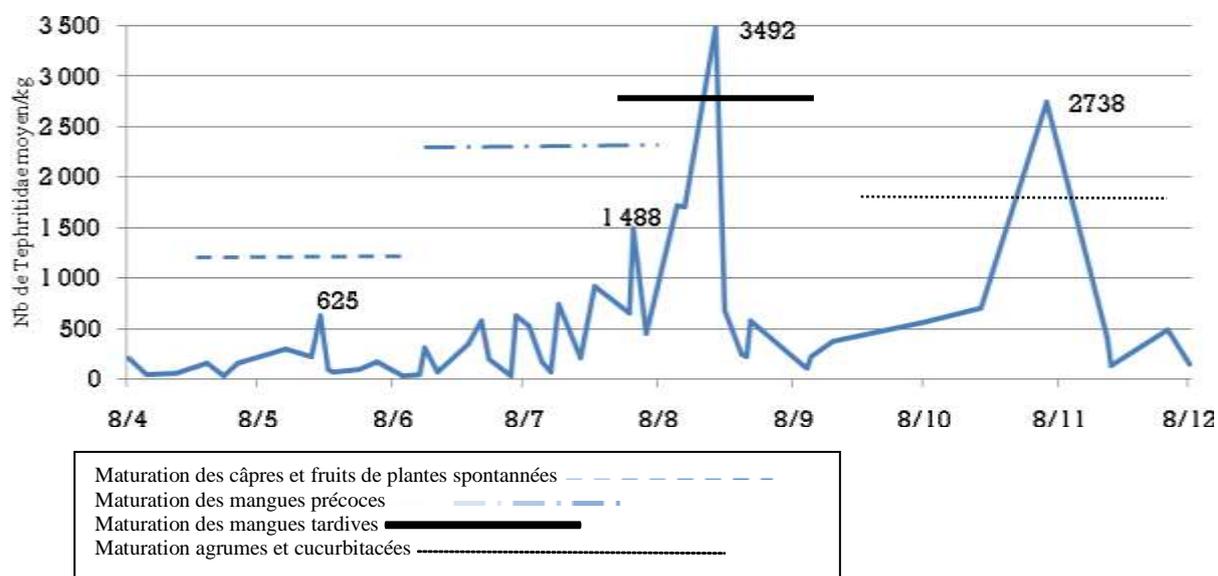


Figure 2 : Evolution des émergences de Tephritidae issues des fruits collectés des vergers

La figure 2 montre que la dynamique des émergences de Tephritidae présente deux pics majeurs pendant lesquels le nombre de Tephritidae dépasse 1000 individus/kg de fruits :

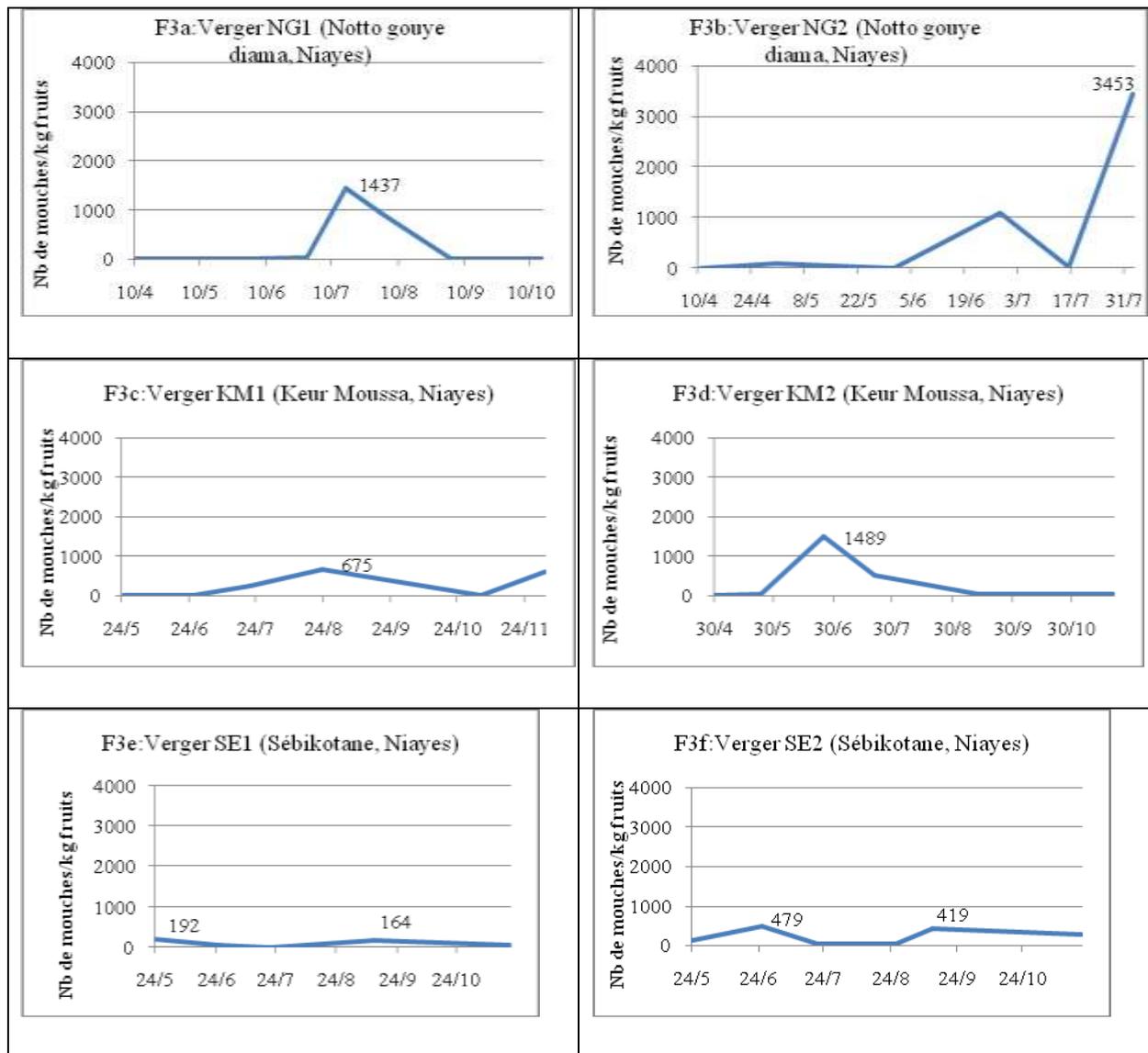
- La première période qui va d'avril à mi juillet est caractérisée d'une part par une population en dessous de 1000 ind/kg de fruit, mais aussi d'autre part, au niveau des hôtes, par la présence de fruits spontanés et l'arrivée à maturité des variétés précoces de mangues. Cette période se situe entièrement en saison sèche ;
- La deuxième période correspondant au premier pic d'émergences va de la mi-juillet à août avec une valeur maximale qui envoie 3500 imagos/kg de fruits. Ce pic est suivi d'une forte baisse en fin août - début septembre et coïncide d'une part avec la période maturité des variétés de mangues tardives, très représentées et l'installation de la saison des pluies d'autre part ;
- Pendant la troisième période allant d'octobre à début décembre 2008 est enregistré le second pic d'émergences avec une valeur maximale voisine de 2700 spécimens/kg de fruits en novembre. Cette période, bien que prenant place pendant le début de la saison sèche suivante, est caractérisée essentiellement par l'arrivée à maturité des agrumes.

Cette évolution générale cache certaines disparités entre les vergers d'une même zone et entre ceux de zones différentes.

4.2.2. Variabilité de la dynamique des émergences entre les vergers

4.2.2.1. Dans la zone des Niayes

Le nombre de mouches par kilogramme de fruits par verger révèle une variabilité dans le temps au sein d'un verger d'une part et d'autre part entre les vergers de la zone des Niayes. Les figures 3 présente l'évolution dans le temps du nombre de Tephritidae/kg de fruits en fonction du verger dans la zone des Niayes.



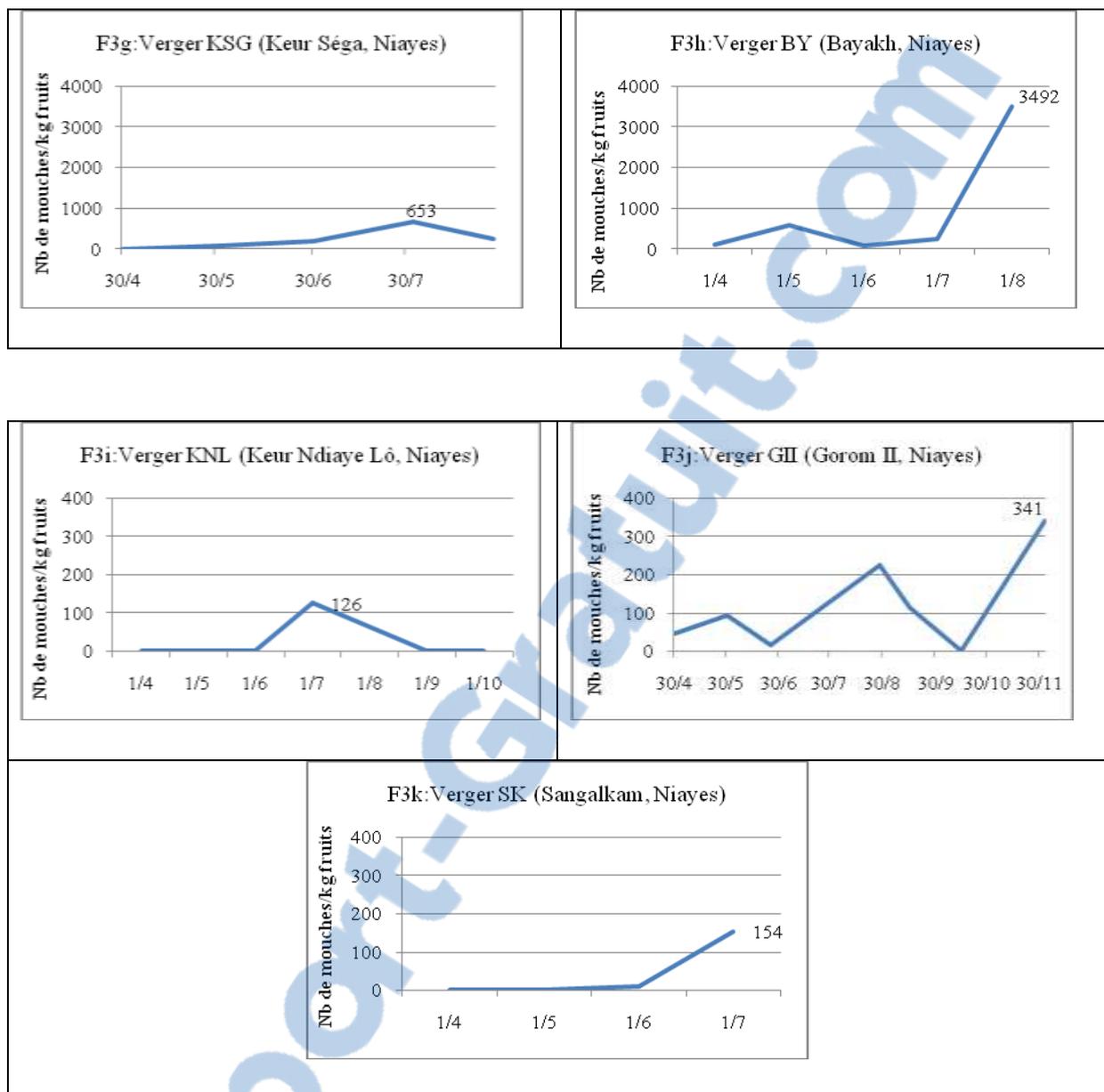


Figure 3 : Dynamique des émergences de Tephritidae issues des vergers de la zone des Niayes

La figure 3 montre que le nombre d'émergences de Tephritidae/kg de fruit varie en fonction du temps dans un verger. Certains vergers révèlent précocement des niveaux d'infestations importants dès les mois de mai et juin avec la période de maturation de certaines espèces fruitières spontanées ou cultivées (câpriers et anacardiés) dont SE1 et SE2 à Sébikotane et KM2 à Keur Moussa et NG2 à Notto Gouye Diama). A côté de ces vergers, d'autres enregistrent des pics d'infestations entre juillet et août avec la période de maturation des mangues (SK, KNL, KSG, BY, NG1, NG2). Les 3 pics du verger GII sont plus caractéristiques de 3 périodes de maturation dont celle des câpres et anacardes, celle des mangues et puis celle des agrumes.

Par ailleurs les niveaux d'infestations varient d'un verger à un autre. En effet les émergences sont inférieures à 1000 mouches/kg dans les vergers SK à Sangalkam, KNL à Keur Ndiaye lô, GII à Gorom II, KM1 à Keur Moussa, KSG à Keur Séga, SE1 et SE2 à Sébikotane. Cependant le nombre de mouches/kg de fruits atteint des valeurs supérieures à 1000 individus/kg dans les vergers NG1 et NG2 à Notto Gouye Diama et BY à Bayakh.

Par ailleurs, dans une même localité ou 2 localités très voisines, pour une même période, le nombre de Tephritidae/kg de fruits varie du simple au double voire plus entre le verger de type moderne et le verger de type traditionnel. Les rapports sont observés de :

- 2,20 fois entre le verger type moderne KM1 et le verger type traditionnel KM2 ;
- 2,40 fois entre le verger type moderne NG1 et le verger type traditionnel NG2 ;
- 2,49 fois entre le verger type moderne SE1 et le verger type traditionnel SE2 ;
- 5,34 fois entre le verger de type moderne KSG et le verger type traditionnel BY

4.2.2.1. Dans la zone du plateau de Thiès

La figure 4 présente la dynamique des émergences de Tephritidae issues des vergers de la zone du plateau de Thiès.

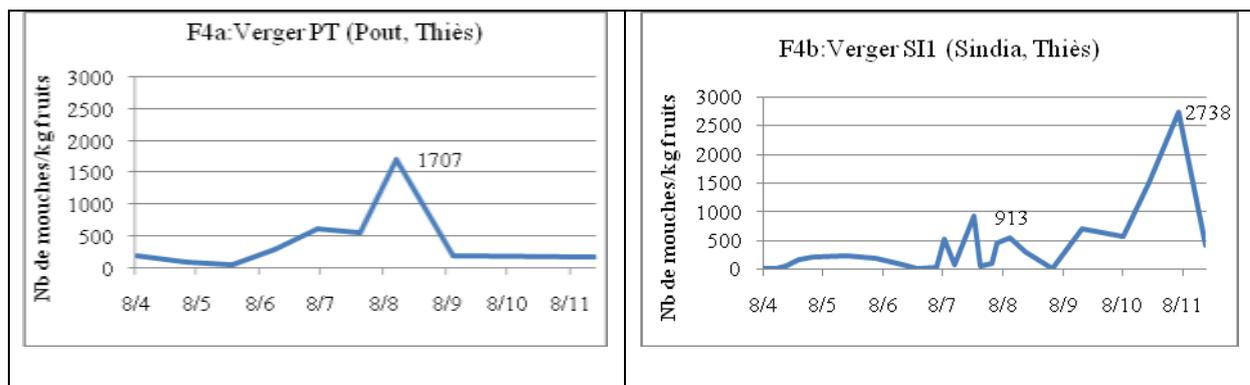


Figure 4 : Dynamique des émergences de Tephritidae issues des vergers de la zone du plateau de Thiès

La figure 4 montre que le nombre de mouches/kg de fruits varie selon la période et le verger. Les émergences sont précocement plus importantes dans le verger PT à Pout ce qui se traduit par un pic environ 2fois plus important pour ce verger de type traditionnel que pour SII à Sindia de type moderne. Cependant après cette période de maturation des mangues, le verger

SII enregistre un pic plus important avec la maturation des agrumes et autres plantes spontanées ou cultivées (cucurbitacées et jujubes).

En somme les niveaux d'infestation enregistrés ont été plus importants dans la zone des Niayes que dans la zone du plateau de Thiès en période de maturation des mangues. Le contraire a été observé pendant la période de maturation des agrumes.

Les niveaux d'émergences des mouches des fruits sont plus importants dans les fruits collectés des vergers de type traditionnel que dans ceux issus des vergers de type moderne. Ce phénomène a été observé dans la zone des Niayes et dans la zone du plateau de Thiès.

4.2.3. Influence de l'espèce fruitière sur la répartition des émergences de Tephritidae

Le nombre de mouches des fruits par espèce fruitière présente dans les vergers étudiés afin d'avoir une meilleure appréciation des préférences de pontes au champ est présenté dans la figure 5.

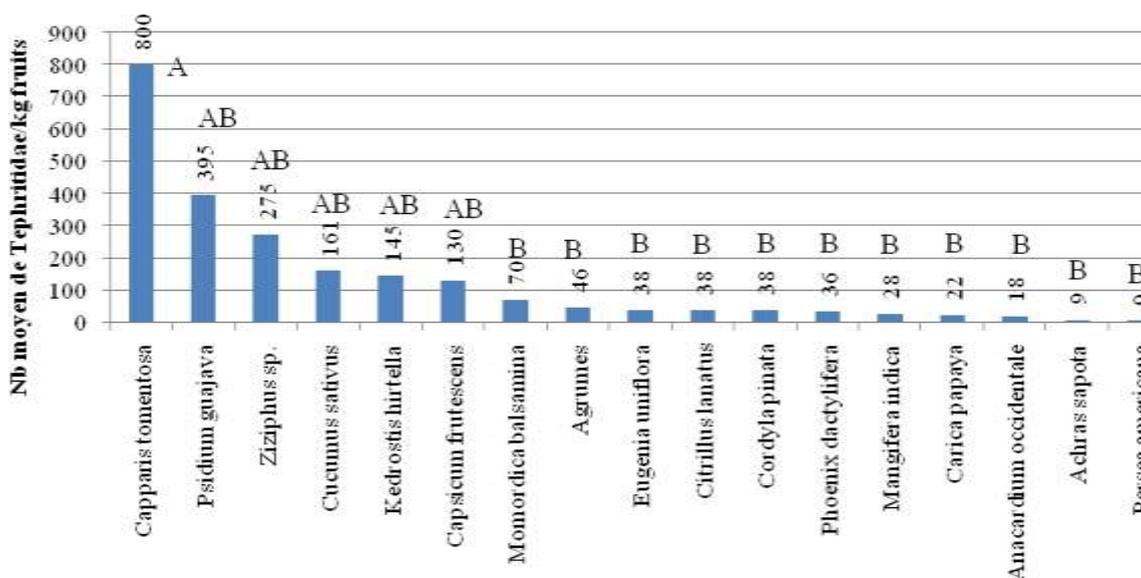


Figure 5 : Influence de l'espèce fruitière sur la préférence des Tephritidae au champ.

La figure 5 montre que *Capparis tomentosa* (groupe A), avec 800 mouches au kg, est de loin l'espèce la plus préférée. Cette espèce est suivie du groupe (AB) d'espèces intermédiaires *Psidium guajava*, *Ziziphus mauritiana*, *Cucumis sativus*, *Kedrostis hirtella* et *Capsicum frutescens* avec un niveau d'infestation variant entre 395 et 130 mouches au kg. Les espèces les moins préférées pour la ponte (groupe B) ont hébergé entre 70 et 9 mouches au kg. Ce groupe renferme des plantes comme *Momordica balsamina*, Agrumes, *Eugenia uniflora*, *Citrullus lanatus*, *Cordyla pinnata*, *Phoenix dactylifera*, *Mangifera indica*, *Carica papaya*, *Anacardium occidentale*, *Achras sapota* et *Persea americana*. Ces résultats révèlent certaines

réalités liées à la distinction à opérer entre l'importance numérique des plantes fruitières cultivées (manguiers et agrumes) dominantes dans les vergers et la place centrale d'espèces spontanées passant presque inaperçues sur la dynamique des Tephritidae. Le tableau 10 présente la répartition du nombre de Tephritidae issues de l'ensemble des fruits collectés selon la plante hôte.

Tableau 10 : Répartition des Tephritidae issues des fruits collectés selon la plante-hôte

Plantes fruitières	Nb de mouches/kg	Nb de kg	Nb total de mouches	Poucentage%
<i>Capparis tomentosa</i>	800	15	11995	32,03
<i>Mangifera indica</i>	28	351	9984	27,66
Agrumes	35	193	6805	18,17
<i>Ziziphus mauritiana</i>	275	10	2748	7,34
<i>Psidium guajava</i>	395	5	1974	5,27
<i>Kedrostis hirtella</i>	145	8	1160	3,10
<i>Capsicum frutescens</i>	130	5	652	1,74
<i>Momordica balsamina</i>	70	8	556	1,48
<i>Citrullus lanatus</i>	38	9	339	0,91
<i>Anacardium occidentale</i>	18	16	293	0,78
<i>Carica papaya</i>	22	13	289	0,77
<i>Cordyla pinnata</i>	38	6	226	0,60
<i>Cucumis sativus</i>	161	1	161	0,43
<i>Achras sapota</i>	9	11	97	0,26
<i>Eugenia uniflora</i>	38	2	76	0,20
<i>Phoenix dactylifera</i>	36	2	72	0,19
<i>Persea americana</i>	9	2	17	0,05
<i>Annona muricata</i>	5	3	15	0,05
<i>Annona senegalensis</i>	0	1	0	0,00
<i>Cucumis metuliferus</i>	0	1	0	0,00
<i>Jatropha curcas</i>	0	1	0	0,00
<i>Parinari macrophylla</i>	0	5	0	0,00
<i>Passiflora edulis</i>	0	2	0	0,00
<i>Phyllanthus acidus</i>	0	2	0	0,00
<i>Saba senegalensis</i>	0	2	0	0,00
<i>Solanum aethiopicum</i>	0	1	0	0,00
<i>Spondias mombin</i>	0	1	0	0,00
Total général	Moyenne=55	676kg	37444mouches	100

Le tableau 10 montre que plus de 75% des mouches des fruits proviennent de la cêpre, de la mangue et des agrumes. *Ziziphus mauritiana*, *Psidium guajava*, *Kedrostis hirtella*, *Capsicum frutescens*, *Momordica balsamina*, *Citrullus lanatus var Vulgaris*, *Anacardium occidentale*, *Carica papaya*, *Cordyla pinnata*, ne représentent que 12% des fruits collectés mais ont laissé

émerger 22% des effectifs de Tephritidae. Les mangues et les agrumes qui représentent 80% des fruits collectés ont contribué pour 45% de l'effectif total des émergences de Tephritidae. Les cucurbitacées qui représentent 27% des fruits collectés ont contribué pour 6% de l'effectif total de Tephritidae. Par ailleurs des mouches n'ont pas été enregistrées au niveau des échantillons de fruits chez *Annona senegalensis*, *Cucumis metuliferus*, *Parinari macrophylla*, *Phyllanthus acidus*, *Saba senegalensis*, *Spondias mobin* et *Solanum aethiopicum*.

4.3. Diversité des émergences de Tephritidae et parasitoïdes

4.3.1. Diversité des espèces issues des émergences

Les mouches des fruits issues des pupes extraites des fruits collectés ont été identifiées et regroupées par espèce et par sexe. La figure 5 présente les espèces de mouches des fruits (Diptera, Tephritidae) et les parasitoïdes issus des pupes extraites des fruits collectés.

		
<u>Figure 6a</u> : <i>Ceratit</i> <i>s capitata</i>	<u>Figure 6b</u> : <i>Ceratit</i> <i>s cosyra</i>	<u>Figure 6c</u> : <i>Bactrocera invadens</i>
		
<u>Figure 6d</u> : <i>Ceratit</i> <i>s punctata</i>	<u>Figure 6e</u> : <i>Ceratit</i> <i>s breinii</i>	<u>Figure 6f</u> : <i>Bactrocera cucurbitae</i>
		
<u>Figure 6g</u> : <i>Carpomyia sp</i>	<u>Figure 6h</u> <i>Capparimya bipustulata</i>	<u>Figure 6i</u> : <i>Dacus sp.</i>



Figure 6j : Parasitoïdes



Figure 6k : *Opius* sp.



Figure 5l : pupes +Tephritidae

Source : G. Goergen IITA pour Figure 6b : *Ceratitits cosyra*, Figure 6c: *Bactrocera invadens* et Figure 6f : *Bactrocera cucurbitae*

Figure 6 : Principales mouches des fruits et parasitoïdes issus des fruits collectés.

La figure 6 montre que les mouches issues des fruits collectés appartiennent à 5 genres dont le genre *Bactrocera* avec les espèces *Bactrocera invadens* Drew et al. et *Bactrocera cucurbitae* Coquillett, le genre *Ceratitits* avec les espèces *Ceratitits capitata* Wiedemann, *Ceratitits cosyra* Walker, *Ceratitits punctata* Wiedemann et *Ceratitits bremii* Wiedemann, le genre *Capparimyyia* avec *Capparimyyia bipustulata* Bezzi, le genre *Carpomyia*, et le genre *Dacus*. A ces mouches des fruits s'ajoutent des parasitoïdes issus des pupes de mouches des fruits ou de mouches domestiques.

L'importance spécifique des émergences de Tephritidae a été étudiée. La figure 7 présente l'importance numérique des espèces de mouches des fruits issues des fruits collectés.

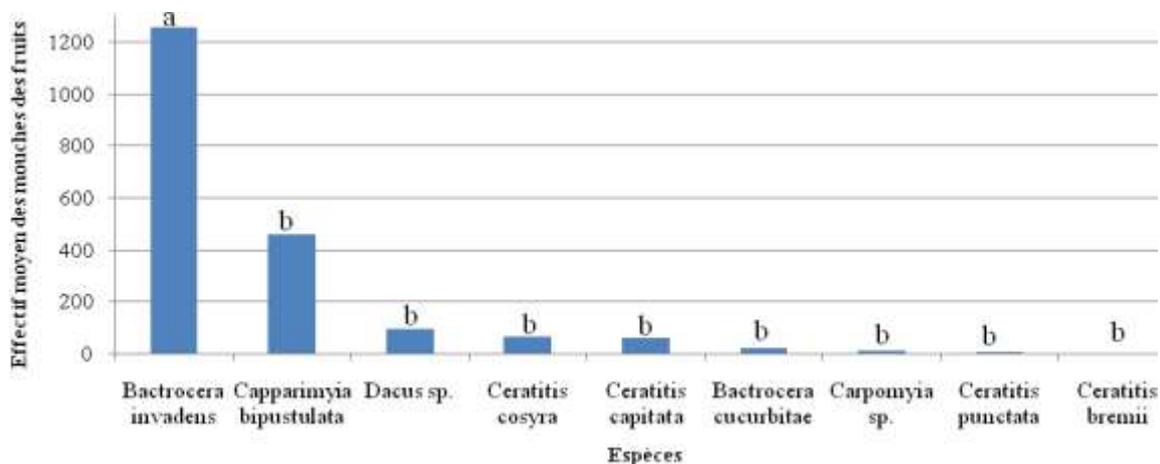


Figure 7 : Importance des émergences par espèce de Tephritidae.

La figure 7 montre que *Bactrocera invadens* est la mouche la plus importante parmi les Tephritidae issues des émergences. L'analyse de variance portée sur les effectifs de mouches par espèce a révélé des différences significatives entre les espèces de mouches des fruits. Ainsi le regroupement réalisé par le test de Newman-Keuls au seuil de 5% présente deux groupes significativement différents dont le premier (a) est constitué par *Bactrocera invadens* (64% des effectifs) et le second (b) formé par *Capparimyyia bipustulata*, *Dacus* sp., *Ceratitits*

cosyra, *Ceratitis capitata*, *Bactrocera cucurbitae*, *Carpomyia sp.* *Ceratitis punctata*, et *Ceratitis brevii*

4.3.2. Diversité des Tephritidae et parasitoïdes rencontrés au sein des vergers

La diversité spécifique des émergences de Tephritidae a été étudiée à partir des fruits collectés au sein de chaque verger. Les parasitoïdes issus des pupes de Tephritidae ont également été pris en compte dans l'étude. La figure 8 présente la répartition des espèces de mouches des fruits et des parasitoïdes issus des émergences observées pour chaque verger.

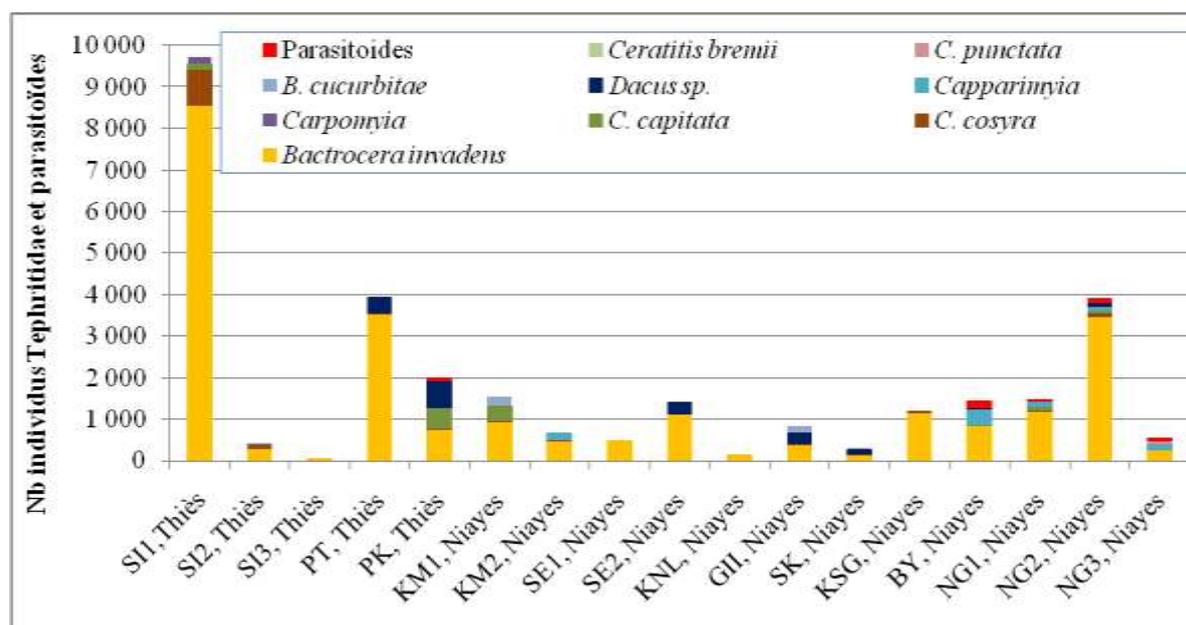


Figure 8 : Répartition des émergences de Tephritidae et de parasitoïdes selon le verger

La figure 8 montre que la composition spécifique des émergences varie en fonction du verger. Les émergences varient d'un verger à l'autre en termes de nombre d'espèces de Tephritidae et de parasitoïdes pour un verger et en termes d'effectif des individus au sein d'une espèce. Cependant la présence de *Bactrocera invadens* est notée dans tous les vergers étudiés. Cette espèce demeure la plus importante pour la plupart des vergers indépendamment de leur localisation (zone du plateau de Thiès et zone des Niayes). La présence de *Ceratitis capitata*, *Ceratitis cosyra*, *Carpomyia sp.* *Capparimyyia bipustulala*, *Dacus sp.* et *Bactrocera cucurbitae* est également notée dans les deux zones. Les parasitoïdes ont été plus importants dans les échantillons de fruits issus des vergers BY, NG1, NG2, NG3 de la zone des Niayes et du verger PK à Thiès.

4.3.3. Influence de l'espèce fruitière sur la diversité des Tephritidae

La diversité spécifique des Tephritidae a été étudiée pour chaque plante hôte. Le tableau 11 présente la composition des espèces de mouches des fruits au niveau de chaque plante hôte.

Tableau 11 : Composition des espèces de mouches des fruits au niveau de chaque plante hôte

Plantes hôtes	<i>Bactrocera invadens</i> %	<i>Ceratitis cosyra</i> %	<i>Ceratitis capitata</i> %	<i>Ceratitis punctata</i> %	<i>Ceratitis breinii</i> %	<i>Carpomyia sp.</i> %	<i>Capparimyia bipustulata</i> %	<i>Dacus spp.</i> %	<i>Bactrocera cucurbitae</i> %	% mouches
<i>Capparis tomentosa</i>	25,83%	0,05%	1,32%	0%	0%	0%	72,81%	0%	0%	32,03%
<i>Mangifera indica</i>	90,66%	9,34%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	26,66%
Agrumes	94,49%	0,22%	5,29%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	18,17%
<i>Ziziphus mauritiana</i>	91,92%	0%	0%	0%	0%	8,08%	0%	0%	0%	7,34%
<i>Psidium guajava</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5,27%
<i>Kedrostis hirtella</i>	2,41%	1,38%	0%	0%	0%	0%	0%	96,21%	0%	3,10%
<i>Capsicum frutescens</i>	0,46%	0%	99,54%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1,74%
<i>Momordica balsamina</i>	0,36%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	58,27%	41,37%	1,48%
<i>Citrullus lanatus</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	87,02%	12,98%	0,91%
<i>Anacardium occidentale</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,78%
<i>Carica papaya</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,77%
<i>Cordyla pinata</i>	1,33%	98,23%	0%	0%	0,44%	0%	0%	0%	0%	0,60%
<i>cucumis sativus</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	9,94%	90,06%	0,43%
<i>Achras sapota</i>	5,15%	4,12%	0%	90,72%	0%	0%	0%	0%	0%	0,26%
<i>Eugenia uniflora</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,20%
<i>Phoenix dactylifera</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,19%
<i>Persea americana</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,05%
<i>Annona muricata</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,05%
<i>Annona senegalensis</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Cucumis metuliferus</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Jatropha curcas</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Parinari macrophylla</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Passiflora edulis</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Phyllanthus acidus</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Saba senegalensis</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>solanum aegyptium</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Spondias Mombin</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Total	23884	1196	1167	88	1	222	8733	1751	419	37461
% mouches	63,76%	3,19%	3,12%	0,23%	0,00%	0,59%	23,31%	4,67%	1,12%	100,00%

Le tableau 11 montre que certaines espèces de mouches des fruits sont retrouvées dans plusieurs espèces de plantes (*Bactrocera invadens*, *Bactrocera cucurbitae*, *Dacus spp.*, *Ceratitis capitata*, *Ceratitis cosyra*, *Carpomyia sp.*). L'étude a révélé une présence de *Bactrocera invadens* sur 58 plantes fruitières existantes dans les vergers des Niayes, Thiès et Sindia dont 24 variétés de manguier *Mangifera indica*, l'anacadier *Anacardium occidentale*, le câprier *Capparis tomentosa*, le jujubier *Ziziphus mauritiana var. Gaula*, le goyavier *Psidium guajava*, le cerisier de Cayenne *Eugenia uniflora*, le corossolier *Annona muricata*, *Kedrostis hirtella*, le papayer *Carica papaya*, le dimb *Cordyla pinnata*, le dattier *Phoenix dactylifera*, le sapotillier *Achras sapota*, les agrumes dont 21 cultivars. Ces plantes appartiennent aux familles des Anacardiacees, Capparidacees, Rhamnacees, Myrtacees, Annonacees, Cucurbitacees, Caricacees, Césalpiniacees, Palmacees, Sapotacees et Rutacees.

Ceratitis cosyra a été abondamment présent dans la mangue, la câpre et le dimb.

Ceratitis capitata a été rencontré dans le piment, le poivron, la câpre et les agrumes.

Bactrocera cucurbitae et *Dacus spp.* bien qu'étant nombreux sur les fleurs du jujubier *Gaula* ont été extraits des baies de Cucurbitacees comme *Kedrostis hirtella*, *Momordica balsamina*, *Cucumis sativus*, *Cucumis melo var. Agrestis* et *Citrullus lanatus*.

Par ailleurs d'autres espèces de Tephritidae ont été retrouvées chacune sur une seule espèce fruitière. C'est le cas des mouches *Ceratitis breinii*, *Ceratitis punctata*, *Carpomyia sp.* et *Capparimiya bipustulata* qui ont été retrouvées respectivement dans les dimbs *Cordyla pinnata*, les sapotes *Achras sapota*, les jujubes *Ziziphus mauritiana* et les câpres *Capparis tomentosa*.

Le tableau 11 montre que certaines plantes fruitières hébergent plusieurs mouches des fruits. C'est le cas du câprier hôte à la fois *Capparimiya bipustulata*, *Bactrocera invadens*, *Ceratitis cosyra* et *Ceratitis capitata* ; du jujubier hôte de *B. invadens* en plus de *Carpomyia sp.* ; du piment qui héberge à la fois *C. capitata* et *B. invadens* ; du manguier hôte de *B. invadens* et *C. cosyra* ; des agrumes hôtes de *B. invadens*, *C. cosyra* et *C. capitata*...

On note également que la majeure partie de ces plantes qui hébergent plusieurs mouches des fruits « plantes hôtes plurispécifiques » sont sensibles à *Bactrocera invadens*.

Par ailleurs la figure 19 de l'annexe 1 montre que quand *B. invadens* infeste le fruit de *Ziziphus mauritiana var Gaula*, ses larves sont plus importantes dans le jujube que celles *Carpomyia sp.*. La pupaison de la larve de *Carpomyia sp.* se passe souvent à l'intérieur du jujube *Gaula* dans une cavité creusée à côté du noyau. La figure 19 de l'annexe 1 montre que les jujubes infestés ont l'aspect sain si l'agent infestant est *Carpomyia sp.* Cependant les

jujubes ont l'aspect d'une pourriture molle quand le ravageur est *B. invadens*. A l'opposé dans la câpre, le nombre de *Capparimyia bipustulta* est 3 fois plus important que celui de *B. invadens*.

Les fruits issus du neem *Azadirachta indica*, de la surelle *Phyllanthus acidus* Skeel, du pamplemoussier *Citrus maxima*, de *Parinari macrophylla*, de *Saba senegalensis*, de *Solanum aegyptium*, de *Spondias Mombin*, de *Jatropha curcas* et de *Passiflora edulis*, pour les échantillons observés n'ont pas été infestés.

4.3.4. Parasitoïdes des mouches des fruits et plantes associées

Une attention a été accordée à la présence de parasitoïdes au cours de l'étude. La figure 9 présente la répartition des parasitoïdes rencontrés au niveau des pupes extraites des fruits collectés.

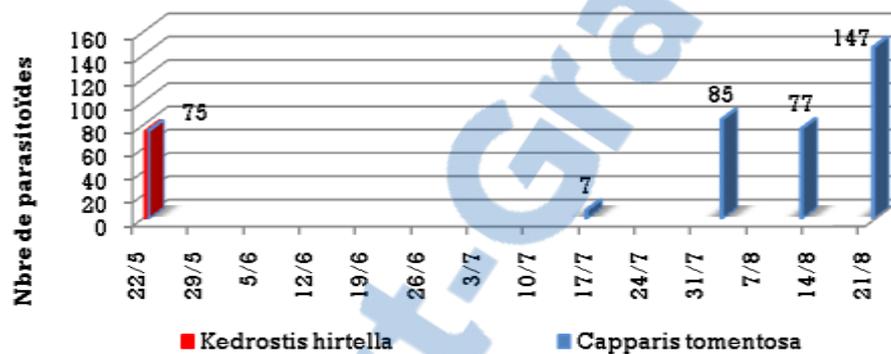


Figure 9 : Répartition des parasitoïdes issus des émergences selon la plante et la date de relevés

La figure 9 montre que des parasitoïdes des Tephritidae ou de mouches domestiques ont été notés dans des pupes extraites des fruits de *Capparis tomentosa* et *Kedrostis hirtella*. Ces parasitoïdes issus des émergences ont été plus importants au niveau des fruits du câprier *Capparis tomentosa* avec 81% de l'effectif total des microguêpes Hymenoptera. Dans les Annexes, la figure 20 de l'annexe 2 montre que les fruits murissant sont visités par les *Capparimyia bipustulata* tandis les fruits de maturité avancée de couleur jaune et portant des traces brunes de piqûres de ponte de Tephritidae sont abondamment visités par les parasitoïdes des mouches des fruits. A la figure 21 de l'Annexe 3, sont présentés une femelle de *B. invadens* infestant le fruit de *Kedrostis hirtella* et les parasitoïdes extraits du fruit.

4.4. Effet du facteur variété sur les émergences de Tephritidae

4.4.1. Au niveau de la mangue

L'inventaire qualitatif des plantes fruitières cultivées dans les vergers a été réalisé. Les résultats de cet inventaire présentés dans les tableaux 1, 2, 3, 4 et 5 ont montré que les vergers étudiés sont composés entre autres de plusieurs variétés de mangues. En effet la collecte de mangues a été effectuée sur 24 variétés, toutes présentes dans la zone d'étude. L'influence du facteur variété a été étudiée sur les émergences de Tephritidae.

La figure 10 présente la répartition des émergences de Tephritidae selon la variété de mangue.

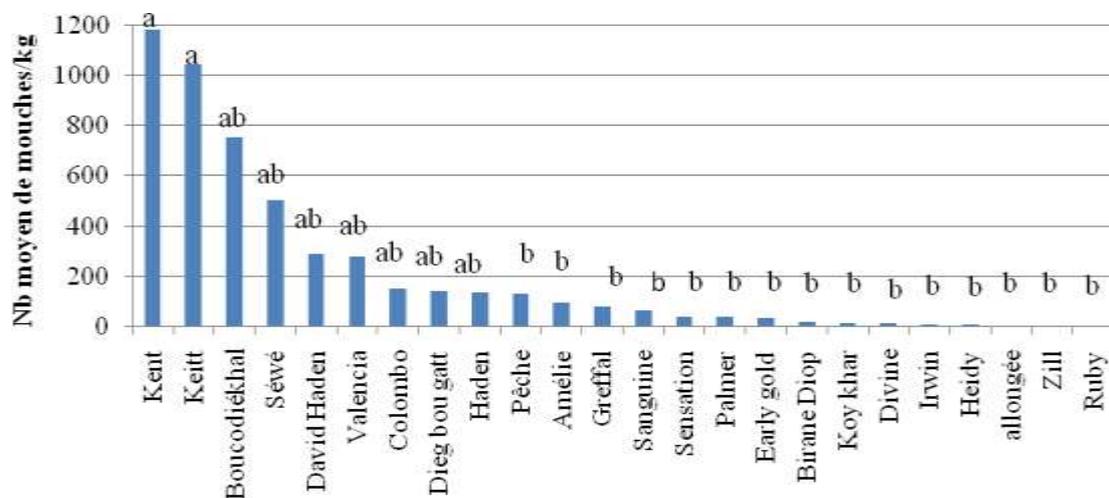


Figure 10 : Répartition des émergences de Tephritidae selon la variété de mangue

La figure 10 montre que l'effectif moyen de Tephritidae varie en fonction de la variété. L'analyse de variance au seuil de 95% révèle des différences significatives entre le groupe (a) des variétés les plus infestées Kent et Keitt qui hébergent plus de 1000mouches/kg et le groupe (b) constitué des variétés moins infestées à savoir Pêche, Amélie, Greffal, Sanguine, Sensation, Palmer, Early gold, Birane Diop, Koy khar, Divine, Irwin, Heidy, Zill, Ruby, David. Cependant il existe un groupe (ab) de variétés intermédiaires formé par Boucodiékhal, Sévé, David Haden, Valencia, Colombo, Dieg bou gatt et Haden.

4.4.2. Au niveau des agrumes

Les agrumes restent importants de par leur contribution à la production horticole après la mangue. Une attention particulière a été accordée aux infestations des hespérides par les mouches des fruits. Sur l'ensemble des émergences, les agrumes occupent une place

considérable avec 6805 mouches des fruits. La répartition des espèces de mouches des fruits issues des agrumes a été présentée dans la figure 11.

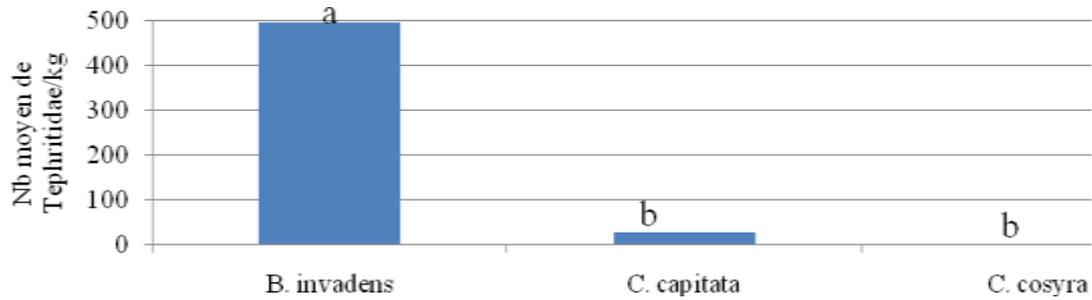


Figure 11: Répartition des espèces de mouches des fruits issues des agrumes

La figure 11 montre que les émergences de mouches des fruits issues des agrumes appartiennent à 3 espèces de Tephritidae : *Bactrocera invadens*, *Ceratitis capitata* et *Ceratitis cosyra*. L'analyse de variance au seuil de 5% portée sur les émergences issues des agrumes révèle une différence significative entre *Bactrocera invadens* (groupe a) et le groupe (b) constitué par les espèces *Ceratitis capitata* et *C. cosyra*.

Les émergences des Tephritidae issues des agrumes ont été étudiées en fonction du cultivar-hôte. Pour chaque espèce de mouche des fruits rencontrée dans les hespérides, la proportion provenant de chaque cultivar a été déterminée. Le Tableau 12 présente la répartition des Tephritidae issues des agrumes selon l'espèce, l'hybride et le nom local du cultivar hôte.

Tableau 12 : Répartition des mouches des fruits selon l'espèce et le cultivar d'agrumes

Espèces d'agrumes	Noms locaux des cultivars	<i>Bactrocera invadens</i>	<i>Ceratitis capitata</i>	<i>Ceratitis cosyra</i>	Total mouches
<i>Fortunella margarita</i>	Kumquat ovale	26,81%	98,61%	0%	2 079
<i>Fortunella japonica</i>	Kumquat ronde	29,81%	0,83%	0%	1 920
<i>F. japonica</i> X <i>C. aurantifolia</i>	Limequat	8,07%	0%	0%	519
<i>Citrus aurantifolia</i>	lime tahiti	7,62%	0%	0%	490
	Lime mexicaine	0,36%	0%	0%	23
	Lime IAC	0,17%	0%	0%	11
	lime sans épine	0%	0%	0%	0
	lime yuma	0%	0%	0%	0
<i>Citrus limon</i>	Citron Eurêka	0,34%	0%	0%	22
<i>Citrus delicosa</i>	Mandarine Commune	7,33%	0%	0%	471
<i>Citrus clementina</i>	Clémentine	4,77%	0%	100%	322
<i>Citrus aurantium</i>	Bigaradier	4,77%	0%	0%	307
<i>Citrus sinensis</i>	Orange Hamelin	1,77%	0%	0%	114
	Orange japonaise	0,81%	0%	0%	52
<i>C. reticulata</i> X <i>C. sinensis</i>	Tangor Carvalhal	0,03%	0%	0%	2
<i>Citrus paradisi</i>	Pomélo Shambar	2,67%	0%	0%	172
	Pomélo orobianco	2,43%	0%	0%	156
	Pomélo Red blush	1,24%	0,56%	0%	82
	Pomélo marsh	0,47%	0%	0%	30
<i>Citrus maxima</i>	Pamplemousse	0%	0%	0%	0
<i>C. reticulata</i> X <i>C. paradisi</i>	Tangélo	0,51%	0%	0%	33
Total mouches		6 430	360	15	6 805
Pourcentage		94,49%	5,29%	0,22%	100%

Le Tableau 12 montre que sur les 21 cultivars d'agrumes observés 18 ont hébergé les mouches des fruits. Sur les 6805 mouches des fruits issues des agrumes, 94% sont des spécimens de *Bactrocera invadens*, *Ceratitis capitata* occupe 5%. Le genre *Fortunella* s'est montré plus sensible en hébergeant plus de la moitié (54%) des spécimens de *B. invadens*. Le Kumquat a hébergé quant à lui 99% des spécimens de *Ceratitis capitata*. Les spécimens de *Ceratitis cosyra* ont émergé de la clémentine. Après le Kumquat, son hybride avec la lime, la limequat suit avec 8,07% des spécimens de *Bactrocera invadens* avant les cultivars de *Citrus aurantifolia*. Parmi les limes, la lime de Tahiti a hébergé le plus de *Bactrocera invadens* (7,62%). La mandarine commune (7,33%) en a hébergé plus que la clémentine (4,77%) et le bigaradier (4,77% des spécimens de *Bactrocera invadens*. Les cultivars de *Citrus paradisi* réunis, ont contribué pour 6% des émergences de *Bactrocera invadens*. Les pomélos

Shambar et Orobianco ont été plus sensibles à *Bactrocera invadens* parmi les variétés de *Citrus paradisi*.

4.5. Effet de certains facteurs phénologiques et morpho- physiologiques des fruits sur les émergences des Tephritidae issues des mangues.

4.5.1. Effet de la taille des fruits sur les émergences de mouches des fruits

Les mangues récoltées ont été mesurées dans le sens de la hauteur (de l'apex au nœud pédonculaire) et de la grosseur perpendiculairement. Ainsi les échantillons ont été classés en fonction de la taille des fruits (sur le plus grand axe), selon les classes suivantes : 0-5cm, 5-10cm, 10-15cm, et 15-20cm. La figure 12 présente l'effet de la taille du fruit sur les émergences de Tephritidae issues de la mangue.

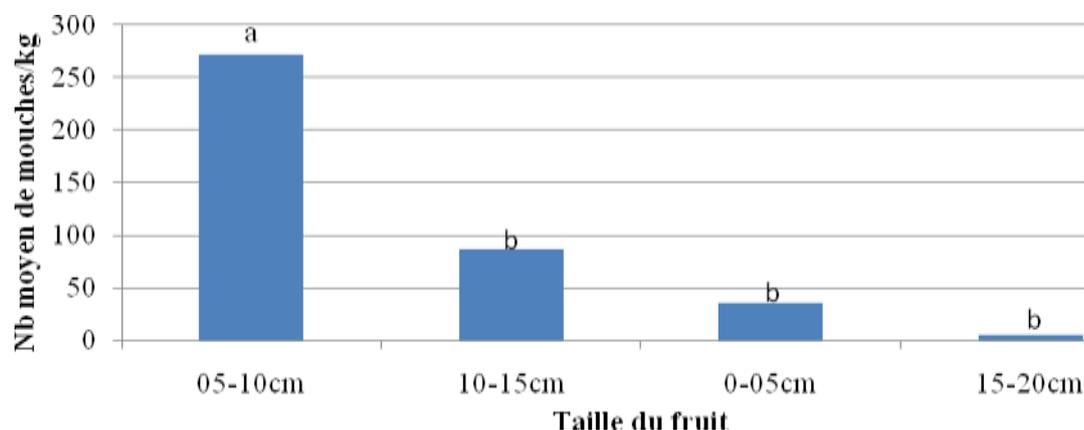


Figure 12 : Effet de la taille du fruit sur les émergences de Tephritidae issues de mangues

La figure 12 montre que la moitié de mouches issues de la mangue vient des fruits de grosseur comprise entre 5cm et 10cm. L'analyse de variance révèle une différence significative entre le groupe (a) des fruits de taille appartenant à la classe 5-10cm et le groupe (b) constitué par les fruits appartenant aux classes 0-5cm, 10-15cm et 15-20cm. Pour les extrêmes, on constate que les mouches issues des plus petits fruits sont plus nombreuses que celles issues des plus grosses mangues.

4.5. 2. Effet de la taille de la mangue sur la diversité des émergences de Tephritidae

L'influence de la taille de la mangue sur la diversité spécifique des émergences de Tephritidae a été étudiée. Les résultats de cette étude sont présentés par la figure 13.

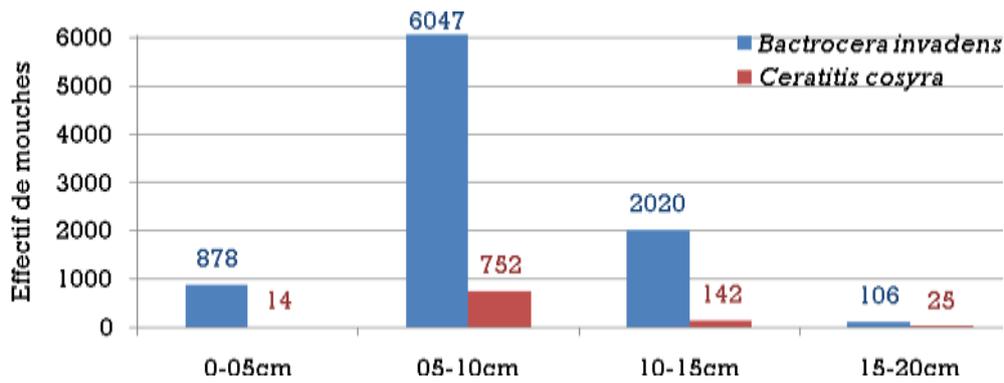


Figure 13 : Répartition des espèces de mouches selon la taille de la mangue

La figure 13 montre que *Bactrocera invadens* et *Ceratitis cosyra* sont les deux principales espèces de mouches des fruits rencontrées dans la mangue quelque soit la taille du fruit. *Bactrocera invadens* qui représente 90% des émergences de mouches des fruits issues de la mangue, est l'espèce la plus importante pour toutes les classes de grosseur. Les émergences de Tephritidae sont plus importantes avec les fruits de taille comprise entre 5cm et 10cm chez les deux insectes. Cependant les proportions des effectifs deux espèces varient d'une classe de grosseur de mangue à l'autre. En effet 81% des *Ceratitis cosyra* sont retrouvés dans les mangues de taille comprise entre 5cm et 10cm, tandis que 67% des spécimens de *Bactrocera invadens* sont retrouvés dans les fruits de même taille. Pour cette même taille de mangue, les effectifs de *Bactrocera invadens* sont 6fois plus importants que ceux de *Ceratitis cosyra*. Les autres rapports de dominance de *Bactrocera invadens* sur *Ceratitis cosyra* sont de 62fois pour les mangues de plus petite taille, de 14fois pour celles de grosseur comprise entre 10cm et 15cm et de 4 fois pour les plus grosses.

4.5.3. Effet de la taille du fruit sur les émergences pour les variétés de mangue

L'effet de la taille du fruit sur les émergences des 2 espèces de Tephritidae a été étudié pour chaque variété de mangue. Ainsi la proportion des mouches des fruits provenant de chaque classe de grosseur de fruits a été déterminée pour chaque variété de mangue. Le Tableau 13 présente la répartition des émergences de *B. invadens* et de *C. cosyra* selon la variété de mangue et la taille du fruit.

Tableau 13 : Répartition des émergences de *B. invadens* et de *C. cosyra* selon la variété de mangue et la taille du fruit

Variétés	<i>Bactrocera invadens</i>					<i>Ceratitis cosyra</i>				
	0-05cm	05-10cm	10-15cm	15-20cm	% mouches	0-05cm	05-10cm	10-15cm	15-20cm	% mouches
Kent	28%	60%	12%		25,64%	16%	75%	9%		4,72%
Keitt	6%	46%	48%	0%	22,59%	5%	93%	2%		4,72%
Boucodiékhal	4%	70%	26%		14,73%		39%	61%		18,22%
Séwé	3%	97%			11,05%	100%	0%			0,54%
David Haden		84%	16%		6,21%		100%			1,29%
Valencia	5%	57%	38%		3,77%		100%	0%		22,94%
Dieg bou gatt		100%			3,06%		0%			0%
Colombo		46%	18%	36%	2,76%		44%	10%	46%	5,14%
Pêche		100%			2,57%		100%			3,00%
Amélie		61%	39%		1,71%		85%	15%		2,89%
Greffal		41%	59%		1,68%		0%			0%
Sanguine		92%	8%		1,30%		71%	29%		0,75%
Haden		96%	4%		0,98%		100%			19,40%
Palmer		95%	5%		0,61%		95%	5%		2,14%
Sensation		100%			0,60%		100%			2,57%
Koy khar	21%	79%			0,27%		0%			0%
Early gold		100%			0,25%		76%	24%		4,50%
Heidy		100%			0,12%		0%			0%
Allongée		100%			0,03%		0%			0%
Birane Diop		100%			0,03%		100%			3,64%
Divine		100%			0,02%		100%			1,93%
Irwin		0%			0%		7%	93%		1,61%
Ruby		0%			0%		0%			0%
Zill		0%			0%		0%			0%
Total %	10%	67%	22%	1%	100%	2%	81%	16%	2%	100%
Total individus	878	6047	2032	94	9051	14	752	145	22	933

Le tableau 13 montre que les niveaux d'infestation des variétés de mangues varient selon l'espèce de Tephritidae et la taille du fruit. Les résultats montrent d'une part que 84% des *Bactrocera invadens* ont émergé des fruits des variétés Kent (25,64%), Keitt (22,59%), Boucodiékhhal (14,73%), Séwé (11,05%), David Haden (6,21%) et Valencia (3,77%) et d'autre part 86% des *Ceratitis cosyra* ont émergé de Valencia (22,94%), Haden (19,4%), Boucodiékhhal (18,22%), Colombo (5,14%), Keitt (4,72%), Kent (4,72%), Early gold (4,5%), Birane Diop (3,64%) et Pêche (3%). Les deux mouches semblent avoir des préférences variétales différentes voire inverses. Les émergences de *Ceratitis cosyra* semblent plus homogènes à travers les variétés. En effet cette mouche est plus observée au niveau des variétés telles que Valencia, Haden, Boucodiékhhal, Colombo, Early gold, Birane Diop, Pêche, Amélie, Sensation, Palmer, Divine et Irwin.

Concernant le facteur taille du fruit, pour la plupart des variétés, *Ceratitis cosyra* se concentre à 81% dans les mangues de taille comprise entre 5cm et 10cm excepté Boucodiékhhal (avec 61% des individus issus des mangues de taille 10-15cm), Irwin (avec 93% des individus émergeant des mangues de taille 10-15cm), Colombo, Sanguine et Early gold. Cependant *Bactrocera invadens* a une présence plus homogène sur toutes les classes de grosseur de mangues. *Bactrocera invadens* et *Ceratitis cosyra* semblent aussi avoir des préférences inverses pour la taille des fruits. Les variétés Zill et Ruby ont été les moins infestées.

4.5.4. Effet de la couleur du fruit sur les émergences de Tephritidae issues de la mangue

L'effet de la couleur du fruit sur les émergences de mouches des fruits issues des mangues collectées au champ a été étudié sur 24 variétés rencontrées dans la zone des Niayes et de Thiès. La figure 14 présente la répartition des effectifs de *B. invadens* et de *C. cosyra* en fonction de la couleur de la mangue.

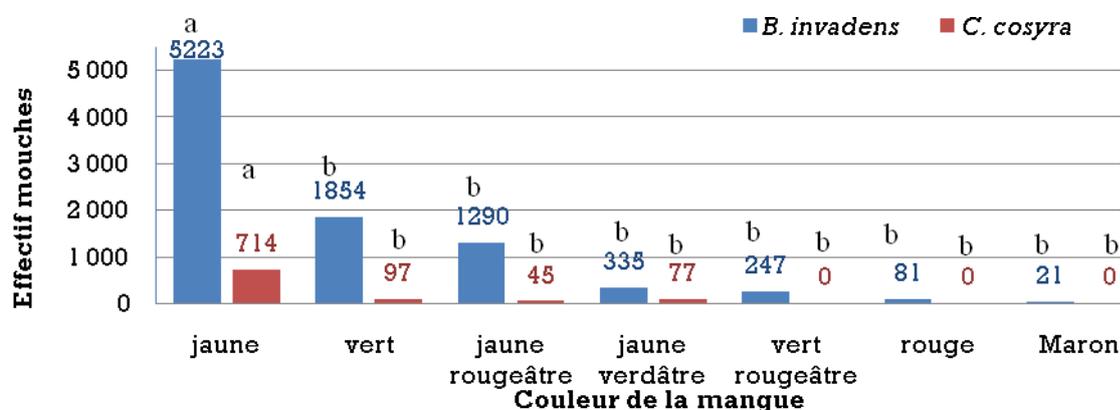


Figure 14 : Répartition des effectifs de *B. invadens* et *C. cosyra* en fonction de la couleur de la mangue.

La figure 14 montre que les mangues de couleur jaune sont les plus infestées par les mouches des fruits. L'analyse de variance révèle une différence significative entre les mouches issues des mangues de couleur jaune et celles provenant du groupe de mangues de couleur verte, rouge, jaune rougeâtre, jaune verdâtre, vert rougeâtre et marron. En effet 60% des Tephritidae ont émergé des mangues de couleur jaune contre 20% des effectifs de Tephritidae issus des mangues de couleur verte, 13% pour jaune rougeâtre, 4% pour jaune verdâtre, 2% pour vert rougeâtre. Les effectifs de *B. invadens* sont plus importants que ceux de *C. cosyra* pour toute la gamme de couleur de mangues. Cependant les mangues de couleur jaune concentrent la majorité des spécimens de *C. cosyra* 77% contre seulement 58% des spécimens de *B. invadens*. Les spécimens de *C. cosyra* semblent absents au niveau des mangues de couleur vert rougeâtre, rouge et marron.

4.5.5. Influence du niveau de récolte des fruits sur les émergences des Tephritidae

Les fruits sur lesquels ont porté les observations ont été collectés au champ soit sur l'arbre soit par terre au pied de l'arbre. Ainsi 2 lots de fruits ont été pris en compte : le premier lot est constitué par les fruits récoltés **sur arbre** et un second lot est formé par les fruits ramassés **par terre**. La figure 15 présente la répartition des Tephritidae par espèce en fonction de l'endroit où les mangues ont été collectées au champ.

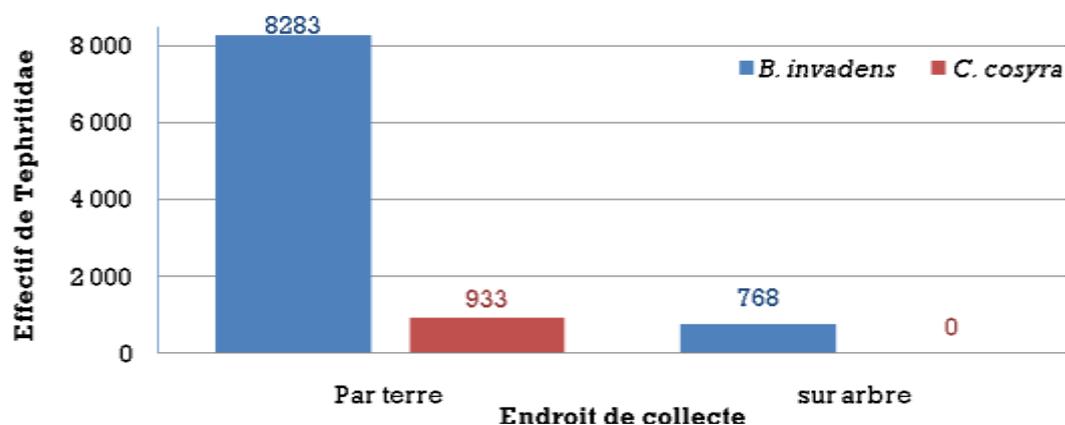


Figure 15 : Répartition des émergences de *B. invadens* et de *C. cosyra* en fonction de l'endroit de collecte des fruits.

La figure 15 montre que les émergences de Tephritidae issues des mangues ramassées par terre sont significativement plus importantes que celles issues des fruits récoltés sur l'arbre. En effet plus de la moitié des effectifs de mouches fruits (62%) a émergé des mangues ramassées par terre. Les spécimens de *B. invadens* sont plus importants que ceux de *C. cosyra* au niveau des mangues collectées par terre et au niveau des mangues récoltées sur arbre. Chez

B. invadens 92% des effectifs de proviennent des mangues ramassées par terre alors que la totalité des émergences de *C. cosyra* est issue des mangues collectées par terre.

4.5.6. Influence de l'état du fruit sur les émergences de Tephritidae

Les mangues récoltées au champ ont été classées selon leur état au moment de la collecte à savoir les mûres, avortées, immatures, fendues et pourrissantes. La figure 16 présente la répartition des émergences de mouches des fruits en fonction de l'état de la mangue.

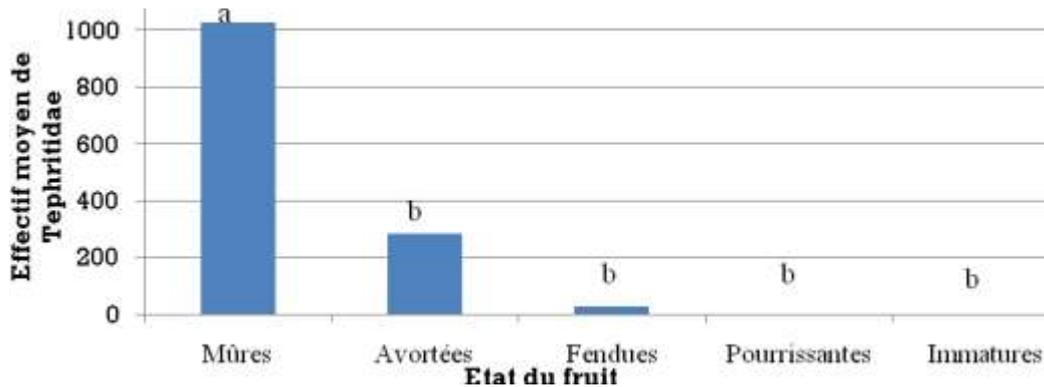


Figure 16 : Répartition des effectifs moyens de Tephritidae en fonction de l'état du fruit

La figure 16 montre que les effectifs moyens des Tephritidae émergeant des fruits collectés varient selon l'état de la mangue. En moyenne les mouches des fruits issues des mangues mûres sont significativement plus importantes que celles des mangues avortées, fendues, pourrissantes et immatures. Ces deux groupes établis par le test de comparaison des moyennes de Newman-Keuls avec un intervalle de confiance de 95%, sont notifiés par les lettres a et b.

Les émergences de Tephritidae issues des mangues ont été réparties selon l'espèce de mouche des fruits, les variétés de mangues concernées par la collecte et l'état du fruit. Les résultats sont présentés dans le tableau 14.

Tableau 14 : Répartition des émergences de *B. invadens* et de *C. cosyra* en fonction de la variété de mangue et de l'état du fruit

Variétés	<i>Bactrocera invadens</i>						<i>C. cosyra</i>					
	mûres	avortées	Fendues	Pourrissantes	Immatures	%mouches	mûres	avortées	Fendues	Pourrissantes	Immatures	%mouches
Kent	41%	55%	4%			25,64%	5%	95%	0%			4,72%
Keitt	29%	40%	31%			22,59%	25%	75%	0%			4,72%
Boucodiékhal	31%	67%		2%	0%	14,73%	8%	92%		0%	0%	18,22%
Séwé	34%	66%				11,05%	100%	0%				0,54%
David Haden	100%	0%				6,21%	100%	0%				1,29%
Valencia	19%	81%				3,77%	14%	86%				22,94%
Dieg bou gatt	59%	41%				3,06%	0%	0%				0%
Colombo	34%	66%				2,76%	15%	85%				5,14%
Pêche	91%	9%				2,57%	89%	11%				3,00%
Amélie	47%	53%				1,71%	19%	81%				2,89%
Greffal	100%	0%				1,68%	0%	0%				0%
Sanguine	97%	3%				1,30%	100%	0%				0,75%
Haden	100%	0%				0,98%	61%	39%				19,40%
Palmer	36%	64%				0,61%	100%	0%				2,14%
Sensation	69%	31%				0,60%	100%	0%				2,57%
Koy khar	79%	21%				0,27%	0%	0%				0%
Early gold	91%	9%				0,25%	76%	24%				4,50%
Heidy	100%					0,12%	0%					0%
allongée		100%				0,03%		0%				0%
Birane Diop	100%	0%				0,03%	100%	0%				3,64%
Divine	50%	50%				0,02%	100%	0%				1,93%
Irwin	0%	0%				0%	7%	93%				1,61%
Ruby	0%	0%				0%	0%	0%				0%
Zill	0%	0%				0%	0%	0%				0%
Total	3932	4375	723	21	0	9051	356	577	0	0	0	933
Pourcentage%	44%	48%	8%	0%	0	100%	38%	62%	0%	0%	0%	100%

Le Tableau 14 montre que *Bactrocera invadens* est plus importante que *Ceratitis cosyra* quelque soit l'état de la mangue (mûre, avortée, fendue et pourrissante). En effet les effectifs de *B. invadens* sont 11 fois plus importants que *C. cosyra* dans les émergences issues des mangues mûres et 7fois plus importants dans les émergences issues des mangues avortées. Des mangues fendues n'ont émergé que *B. invadens*. Les proportions de *B. invadens* sont sensiblement voisines au niveau des mangues mûres et des mangues avortées. Cependant plus de la moitié des émergences de *C. cosyra* (62%) sont retrouvées dans les mangues avortées contre 38% retrouvées dans les mangues mûres.

Le tableau 14 montre également que les mouches issues des mangues fendues sont plus importantes chez la variété Keitt que Kent. Chez la Keitt les proportions de *B. invadens* sont voisines de 1/3 pour les mangues mûres (29%), 1/3 pour les mangues avortées (40%) et 1/3 pour les mangues fendues (31%). Le phénomène de compensation entre les 2 espèces de tephritidae s'observe à travers les mangues mûres, avortées et fendues chez certaines variétés.

4.5.7. Effet de la vague de floraison sur les émergences de Tephritidae

La période de production des plantes fruitières a été notée au moment de collecte des fruits. Ainsi sur l'ensemble des fruits récoltés 68% sont issus des plantes floraison saisonnière, 34% en production continue. Pour le cas particulier du manguier, les fruits ont été classés selon la vague de floraison. L'analyse de variance n'a pas révélé une différence significative entre les premières vagues de floraison (40%) et les dernières vagues de floraison (60%) même si le nombre de mouches des fruits est plus important pour ces dernières. Le Tableau 15 montre la répartition des émergences de *B. invadens* et de *C. cosyra* en fonction de la variété de mangue et de la vague de floraison.

Tableau 15 : Répartition des émergences de *B. invadens* et de *C. cosyra* en fonction de la variété et de la vague de floraison

Variétés	<i>Bactrocera invadens</i>			<i>Ceratitis cosyra</i>		
	1ère floraison	2ème floraison	% mouches	1ère floraison	2ème floraison	% mouches
Kent	22%	78%	25,64%	32%	68%	4,72%
Keitt	49%	51%	22,59%	75%	25%	4,72%
Boucodiékhhal	28%	72%	14,73%	100%	0%	18,22%
Séwé	11%	89%	11,05%	100%	0%	0,54%
David Haden	69%	31%	6,21%	100%	0%	1,29%
Valencia	95%	5%	3,77%	100%	0%	22,94%
Dieg bou gatt	100%		3,06%	0%		0,00%
Colombo	54%	46%	2,76%	56%	44%	5,14%
Pêche	100%		2,57%	100%		3,00%
Amélie	90%	10%	1,71%	100%	0%	2,89%
Greffal	100%		1,68%	0%		0%
Sanguine	100%		1,30%	100%		0,75%
Haden	100%		0,98%	100%		19,40%
Palmer	100%		0,61%	100%		2,14%
Sensation	100%		0,60%	100%		2,57%
Koy khar	100%		0,27%	0%	0%	0%
Early gold	100%		0,25%	100%		4,50%
Heidy	100%	0%	0,12%	0%	0%	0%
allongée	100%		0,03%	0%		0,00%
Birane Diop	100%		0,03%	100%		3,64%
Divine	100%		0,02%	100%		1,93%
Irwin	0%		0%	100%		1,61%
Ruby	0%		0%	0%		0%
Zill	0%		0%	0%		0%
Total général	4032	5019	9051	871	62	933
Pourcentage	45%	55%	100%	93%	7%	100%

Le tableau 15 montre que les émergences de *Bactrocera invadens* sont plus importantes que celles de *C. cosyra* quelque soit la vague de floraison. Cependant plus de la moitié des effectifs de *B. invadens* (55%) proviennent des émergences issues des mangues la 2^{ème} floraison. Par contre la presque totalité des effectifs de *Ceratitis cosyra* (93%) a émergé des mangues issues des premières vagues de floraison. Le phénomène de compensation noté dans la dynamique de ces 2 espèces semble s'observer au niveau des vagues de floraison.

4.5.8. Analyse combinée des effets des facteurs déterminants sur les émergences de *B. invadens* et de *C. cosyra* issues de la mangue

Des analyses univariées ont été effectuées sur l'influence de la variété et des facteurs morpho-physiologiques de la mangue (taille, couleur, l'état du fruit, l'endroit de collecte), ou phénologiques (vague de floraison). Une analyse combinant à la fois l'ensemble de ces paramètres a été faite. La figure 17 présente le cercle de corrélation des effets des facteurs déterminants sur les émergences de *Bactrocera invadens* et de *Ceratitis cosyra*.

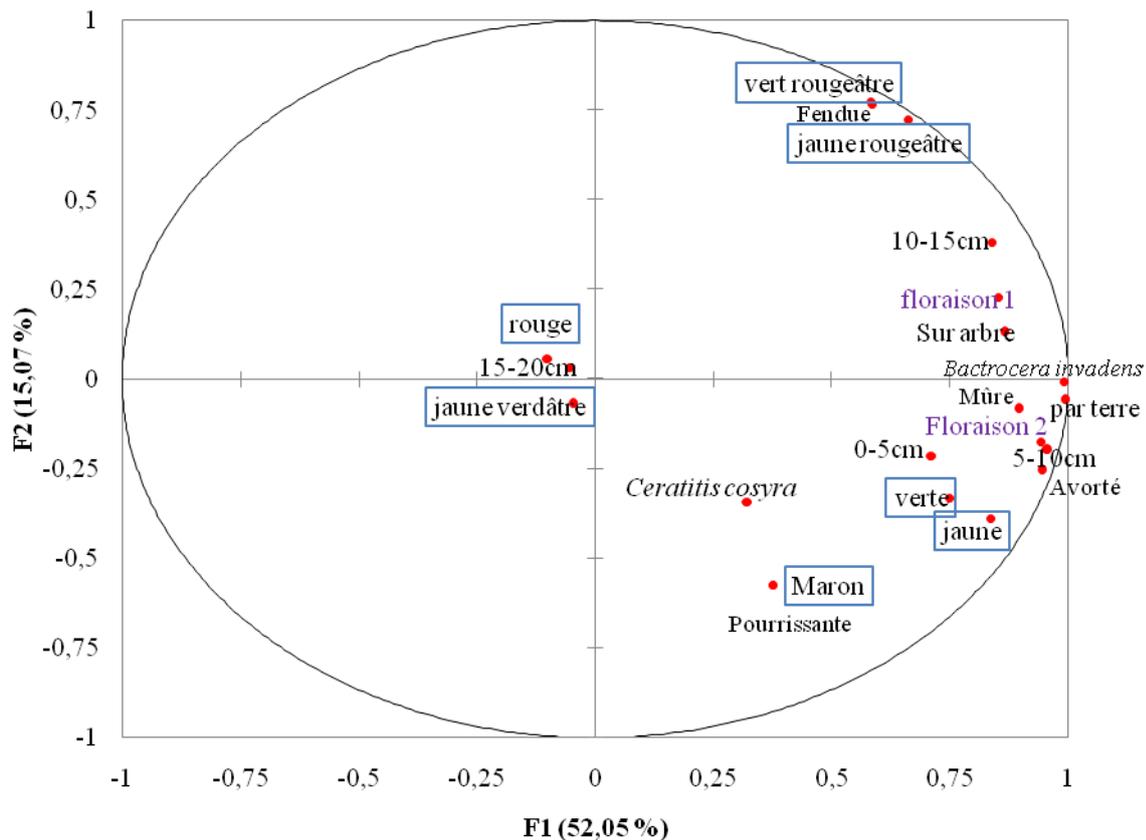


Figure 17 : Cercle de corrélation des effets des facteurs morpho-physiologiques déterminants sur les émergences de *Bactrocera invadens* et de *Ceratitis cosyra*.

Plus une variable est proche de la ligne du cercle de corrélation, plus elle contribue à l'expression du paramètre étudié. La figure 17 montre que la majeure partie des paramètres est portée par F1. Le nombre de *Bactrocera invadens* est plus important que le nombre de *Ceratitis cosyra* issus sur la mangue.

La matrice de corrélation de Pearson issue de l'Analyse en Composante Principales (ACP) montre que *Ceratitis cosyra* est relativement plus important:

- pendant les premières vagues de floraison (Pearson (n=0,495)) que les dernières (Pearson (n=0,177));
- sur les fruits de grosseur comprise entre 5-10cm (Pearson (n=0,342)) et dans une moindre mesure dans les fruits compris entre 10-15cm (Pearson (n=0,28);
- à terre (Pearson (n=0,346)) que sur arbre (Pearson (n=0,018));
- sur les fruits de couleur jaune (Pearson (n=0,465)) et vert (Pearson (n=0,376)) ;
- sur les fruits avortés (Pearson (n=0,465)) et mûrs (Pearson (n=0,415)).

L'ACP montre que *Bactrocera invadens* est :

- plus important dans les fruits jaunes (Pearson (n)= 0,855), verts (Pearson (n)=0,742) ;
- important sur fruits avortés (Pearson (n)=0,938), mûrs (Pearson (n)=0,921), fendus (Pearson (n)=0,634) ;
- plus important à terre (Pearson (n)=0,991) que sur arbre (Pearson (n)=0,885) ;
- important sur fruits de grosseur de l'ordre de 05 à 10cm (Pearson=0,959), et dans une moindre mesure pour des grosseurs comprises dans les classes 10-15cm et 15-20cm.

La figure 18 présente les coordonnées des observations pour les différentes variétés de mangues étudiées en se basant sur le nombre de mouches des fruits issues des fruits.

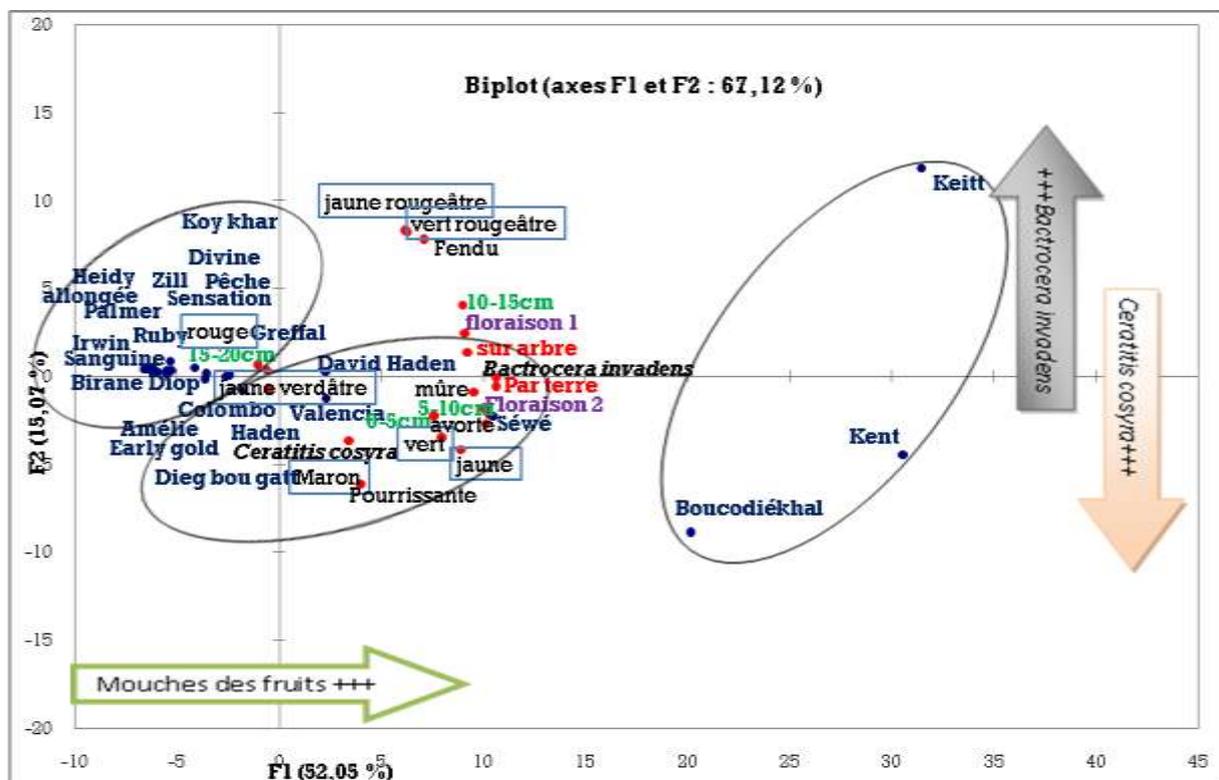


Figure 18 : Typologie des variétés en fonction des émergences de *B. invadens* et de *C. cosyra* et les facteurs morpho-physiologiques déterminants sur les infestations

La figure 18 montre que le nombre de mouches des fruits augmente suivant l'axe F1. Cependant l'évolution des effectifs au sein des espèces de Tephritidae s'effectue dans le sens inverse suivant l'axe F2. En effet les spécimens de *B. invadens* augmentent dans le sens des valeurs positives de F2 tandis que les effectifs de *C. cosyra* augmentent dans le sens des valeurs négatives.

La figure 18 permet de distinguer les trois groupes de variétés suivants :

- le groupe constitué par Keitt, Kent et Boucodiékhhal caractérisé à la fois par des émergences précoces de mouches avec les fruits avortés et tardives avec Keitt et Boucodiékhhal, des mangues plus grosses et de couleur vert rougeâtre, jaune et jaune rougeâtre, souvent fendus chez Keitt et Kent;
- le groupe de variétés intermédiaires constitué par Séwé, David Haden, Valencia, Dieg bou gatt, Pêche, Amélie, Early gold et Colombo qui est caractérisé par une précocité des émergences, des fruits de couleur vert, jaune verdâtre à l'avortement, jaune à maturité, des effectifs importants de *Ceratitis cosyra* pendant les premières vagues de floraison, des calibres plus petits et des calibres moyens excepté la variété Colombo ;
- le groupe composé de Sanguine, Palmer, Divine, Irwin, Heidy, Zill, Ruby, David, Birane Diop, Koy khar et Greffal, caractérisé par des fruits de couleur verte pour Birane Diop, jaune rougeâtre à rouge pour les autres, une précocité des émergences (1^{ères} vagues de floraison) de *C. cosyra* et *B. invadens*, des fruits de taille comprise entre 05 et 10cm pour Sensation, Irwin, Ruby, et de grosseur plus importante pour Palmer, Sanguine, Heidy...

V. DISCUSSION

De façon globale, les résultats ont montré les Tephritidae ne sont pas les seules à se développer dans les fruits. Cependant, elles sont plus nombreuses que les mouches domestiques et parasitoïdes avec 96% des émergences des insectes issues des fruits. Un lépidoptère nommé *Cryptophlebia leucotreta* Meyrick a été fréquemment rencontré dans les fruits observés. Cette importance des mouches des fruits corrobore l'importance des pertes économiques infligées à la production horticole. Par ailleurs la présence de parasitoïdes montre l'enclenchement de façon naturelle du processus de régulation biologique des populations des mouches des fruits. Cependant le faible nombre de parasitoïdes rencontrés en comparaison des effectifs disproportionnellement importants de mouches des fruits atteste la difficulté de contrôle biologique des ravageurs sans une gestion intégrée (Peng et Christian, 2005).

La dynamique globale des émergences en fonction du temps a révélé des variabilités fonction aussi bien de la saison que des périodes de fructification de certaines espèces de plantes hôtes. Les pics de populations de mouches des fruits ont été obtenus durant les périodes de fructification des mangues et des agrumes, qui sont les espèces fruitières numériquement les plus importantes dans la zone d'étude. En plus, la diversité de la flore spontanée dans et autour des vergers joue un rôle important aussi bien sur l'effectif des populations que sur la diversité des espèces. Cette diversité de la flore hôte influe sur la diversité des espèces de Tephritidae et au-delà, offre des ponts de survie à la population de mouches entre les fructifications de cultures fruitières majeures.

Les espèces hôtes servant de refuge aux mouches des fruits en dehors des périodes de fructification de la mangue et des agrumes sont nombreuses et englobent en plus des espèces cultivées, des plantes spontanées. Certaines d'entre elles comme *Capparis tomentosa* une ligneuse utilisée dans les haies vives des vergers, revêt une importance de tout premier plan dans la multiplication des mouches. Cette espèce est en effet, 28 fois plus infestée que la mangue et 22 fois plus que les agrumes. Sa période de fructification se situant cependant avant celle du manguier, lui fait passer pour l'un des plus grands pourvoyeurs de mouches pour la mangue. Sa préféralité à la ponte par rapport à la mangue et aux agrumes mériterait cependant une confirmation au laboratoire du fait que les fruits de ces trois espèces ne sont pas matures de façon concomitante et que *Capparis tomentosa* entre en fructification au

moment où l'offre alimentaire est réduite pour les mouches des fruits. La plantation de cette espèce comme haie vive constitue donc un facteur aggravant pour l'infestation des mouches des fruits d'où une nécessité de la prise en compte de telles espèces dans la gestion des Tephritidae. Cependant la recherche de parasitoïdes pour la lutte biologique contre les mouches des fruits pourrait cibler préférentiellement les câpres vu leur présence importante chez les pupes issues des fruits de cette espèce.

Au niveau des sites d'étude, la dynamique des mouches reste sous l'influence du verger. En effet les niveaux d'infestation sont plus importants dans les vergers de type traditionnel que les vergers de type moderne. Ceci peut être associé à la diversité des espèces fruitières et l'association des variétés locales et améliorées tardives et précoces à l'intérieur des vergers traditionnels. Ainsi, l'arrivée à maturité par vagues de différents fruits et variétés hôtes pour différentes espèces de mouches des fruits prolonge la durée d'abondance de nourriture et sites de ponte et par conséquent, maintient pendant plus longtemps des niveaux élevés de populations. Par ailleurs les tailles irrégulières, et l'irrégularité du ramassage des mangues avortées, sources d'inoculum font de ces vergers traditionnels des foyers favorables au développement des Tephritidae. Entre juin et juillet, plusieurs variétés précoces et semi-précoces de mangue arrivent à maturité. Il s'agit de Séwé, Koy khar, Birane Diop, Greffal, Dieg bou gatt, David Haden, David, Valencia, Colombo, Haden, Pêche, Amélie, Sensation, Early gold, Irwin, Ruby et Palmer. Les variétés tardives prennent le relais à partir de fin juillet (Boucodiékhil, Divine, Heidi, Zill, Kent et Keitt). Ces vagues de maturation successives des variétés de mangue constituent un support pour des sources d'inoculum pour les nouvelles émergences.

Ainsi ces vergers atteignent précocement des niveaux d'émergences 2 à 5 fois plus importants que ceux des vergers modernes. A la différence du verger PT où le record des émergences (1707 mouches/kg) est atteint en mi août, le verger SII type moderne et pourvu de variétés semi précoces et tardives enregistre des niveaux émergences inférieurs à 913 mouches/kg au même moment. En octobre les mouches se réfugient dans les parcs à bois humides et ombragés où des agrumes et jujubes gaula, supports d'inoculum peuvent révéler des émergences importantes à l'exemple du verger SII. En fin de production de mangues, les fortes populations de mouches se trouvent brusquement confrontées à un déficit de ressources alimentaires et de sites de ponte avec les dernières récoltes, or un régime carencé en protéine

limite la fécondité et la fertilité des femelles (Bateman, 1972). Ceci expliquerait entre autres la baisse des émergences.

En dépit de la diversité spécifique des Tephritidae rencontrées dans les fruits mis en observation, une prédominance de *Bactrocera invadens* (64% des effectifs) sur les autres mouches des fruits composées de *Capparimyia sp.*, *Dacus ciliatus*, *Ceratitis cosyra*, *Ceratitis capitata*, *Bactrocera cucurbitae*, *Carpomyia sp.*, *Ceratitis punctata*, et *Ceratitis breinii* a été notée. Des études préliminaires ont montré que *Bactrocera invadens* était présent en grand nombre dans plusieurs espèces de fruits (Balayara, 2008 ; Ndiaye, 2008 ; Drew *et al.*, 2005 ; Mwatawala *et al.*, 2004; Seguni *et al.*, 2004). Du fait de la dynamique de sa population et de son caractère envahissant, la stratégie “r” a été attribuée à *B. invadens* par Mwatawala *et al.* (2006). Selon l’auteur la stratégie “r” caractérise une rapide augmentation de la population et une colonisation massive de nouveaux habitats et puis un rapide déclin des effectifs pendant les conditions défavorables etc.

Le caractère polyphage de l’espèce et sa capacité de ponte (794,6 œufs), sa fertilité nette (608,1 œufs), sa ponte moyenne de 18,2 œufs/jour et son temps de génération court (Ekesi *et al.*, 2006 ; Balayara, 2008) sont autant de facteurs contribuant au développement chez espèce. C’est également une espèce multivoltine avec une durée de vie pouvant atteindre 3 mois (Ekesi *et al.*, 2006 ; Balayara, 2008).

L’étude portant sur la diversité des mouches des fruits au sein de chaque plante fruitière a confirmé ce caractère polyphage de *B. invaden* retrouvée sur 27 espèces fruitières dans la zone des Niayes et de Thiès. En outre au sein d’une même espèce comme le manguier, des émergences de *B. invadens* ont été notées pour 24 variétés. Chez les agrumes, 20 cultivars ont hébergé *B. invadens*. Cette polyphagie est dans certaines mesures la règle chez la majeure partie des mouches des fruits (*Bactrocera cucurbitae*, *Dacus ciliatus*, *Dacus vertebratus*, *Dacus frontalis*, *Ceratitis capitata*, *Ceratitis cosyra*, *Carpomyia sp.*). Seul *Ceratitis breinii*, *Ceratitis punctata*, et *Capparimiya bipustulata* ont été retrouvées dans les seules espèces fruitières respectives *Cordyla pinnata*, *Achras sapota* et *Capparis tomrentosa*. Cependant du fait du nombre restreint de plantes fruitières dans la zone d’étude, ces résultats n’infirmes pas le régime polyphage de ces dernières rapportés par White et Elson-Harris, (1992) et par De Meyer et Freidberg, (2005).

Dans la zone des Niayes *B. invadens* a été trouvée dans les mangues, la goyave et le pomélo (Balayara 2008). Des études menées en Tanzanie entre 2004 et 2005 ont montré que la

mangue, la loquat (*Eriobotrya japonica*), la goyave et le pomélo sont des fruits hôtes de *Bactrocera invadens*. Par contre d'autres espèces du genre Citrus, les Cucurbitaceae, la papaye, et l'avocat se sont révélés moins favorables (Mwatawala *et al.*, 2006). Au Bénin l'insecte est signalé dans les fruits de *Carica papaya*, *Persea americana*, *Chrysophyllum albidum*, *Terminalia Catappa* et des fruits sauvages dont *Sclerocarya birrea*, *Vitellaria paradoxa* (Vayssières *et al.*, 2005). Au Cameroun *Bactrocera invadens* a été retrouvée dans la goyave (Ndzanan Abanda *et al.*, 2008). Excepté le pomélo, les Citrus sont considérés comme hôtes non préférentiels pour *Bactrocera invadens* (Mwatawala *et al.*, 2006). Cependant dans la présente étude, sur 21 cultivars d'agrumes observés les émergences de *B. invadens* représentent 94% des effectifs. *Fortunella japonica* et *Fortunella margarita* ont hébergé 57% des 6430 spécimens de *B. invadens*. L'hybride *Fortunella X Citrus aurantifolia* (la limequat) en a hébergé 8,07%, le reste est hébergé par les 18 cultivars du genre Citrus. Sur l'ensemble mouches émergeant des agrumes 94,49% sont des spécimens de *B. invadens* contre 5,29% de *Ceratitidis capitata*. *Ceratitidis capitata* est un ravageur important des Solanacées (*Capsicum annum* et *Capsicum frutescens*), mais aussi des agrumes *Citrus aurantium* L., *Citrus reticulata*, *Citrus sinensis*, (Vayssières *et al.*, 2008) de *Psidium guajava* L., *Persea americana* Mill., *Annona senegalensis* Pers. et de nombreux autres fruitiers cultivés ou sauvages (White et Elson-Harris, 1992 ; Noussourou et Diarra, 1995 ; De Meyer, 1998).

Les pertes en agrumiculture associées à *Ceratitidis capitata* pouvaient atteindre 80% avec un contrôle inapproprié (Cayol *et al.*, 2002). Dans la présente étude, les résultats ont montré une forte dominance de *B. invadens* sur *C. capitata* chez les agrumes. Les variétés de lime de couleur vert jaunâtre, au jus acide et la pamplemousse *Citrus maxima* disposant d'une écorce épaisse étaient les moins infestés.

La câpre s'est comportée comme hôte important des mouches des fruits tant en terme d'effectif des individus que de leur diversité spécifique. En effet la couleur jaune ou orange de la câpre est un facteur favorisant car plus de la moitié des mouches des fruits dénombrées sont issues des fruits mûrs de couleur jaune. *Capparimyya bipustulata* y est hébergé avec un cortège de mouches des fruits composé de *Ceratitidis capitata*, *Ceratitidis cosyra*, *Bactrocera invadens*. Le genre *Capparimyya* a été associé au genre *Capparis* de la famille des Capparidaceae (Freidberg et Kugler, 1989). *Capparis tomentosa* murit entre mai et juin avant la mangue. Il en est de même pour certaines cucurbitacées sauvages comme *Kedrostis hirtella* à fructification continue et hébergeant *B. invadens* en plus des mouches qui lui sont associées

(*Dacus ciliatus*, *Dacus vertebratus* et *Bactrocera cucurbitae*). Les plantes hôtes sauvages leur permettent d'entretenir des populations importantes presque toute l'année...

La présence de *Ceratitis cosyra* sur manguier et sur *Citrus paradisi* a déjà été signalée par Balayara (2008) dans la zone des Niayes. *C. cosyra* est une espèce polyphage caractérisée par une certaine précocité par rapport à la période de production de mangue (Noussourou et Diarra, 1995). Dans la zone des Niayes, *Ceratitis cosyra* a été retrouvé dans des agrumes comme la clémentine. Elle domine sur *Ceratitis quinaria* (Bezzi) et *C. silvestrii* Bezzi, espèces les plus précoces en campagne de mangue au Mali (Vayssières, 2004). Sur les 24 variétés de mangue rencontrées dans la zone d'étude, *C. cosyra* est le deuxième ravageur Tephritidae après *B. invadens*. Des effectifs importants pouvant atteindre 1400mouches/kg ont été rencontrés sur les fruits de *Cordyla pinnata* en début d'hivernage. Cependant les plus fortes infestations dues à *C. cosyra* rapportées, n'atteignaient que 50 larves par fruit (Malio, 1979) posant avec acuité la question des hôtes préférentiels des mouches des fruits.

Carpomyia sp. a été rapporté sur le jujube cultivé (Awadallah *et al.*, 1975) et sur les hôtes sauvages (Hendel, 1927). Les résultats ont montré un nombre d'émergences important pour le jujubier. En effet avec l'amélioration de la taille du fruit par le greffage comme c'est le cas avec le cultivar Gaula, la pupaison de *Carpomyia sp.* se passe à l'intérieur du fruit dans une cavité creusée à côté du noyau. Dans ce cas le fruit a une apparence saine lors d'une infection par *Carpomyia sp.* Lorsque *Ziziphus mauritiana* var Gaula est infesté aussi bien par *B. invadens* et *Carpomyia sp.*, la larve de cette dernière mouche subit la compétition souvent des larves en grand nombre de *B. invadens*. En plus de leur nombre important comme présenté dans la figure 19 de l'annexe 1, ces larves de *B. invadens* sont douées d'une activité intense qui affecte la structure de la pulpe du jujube en la donnant l'aspect d'une pourriture molle avant d'en sortir pour puper au sol. La fructification continue fait du cultivar Gaula une source d'inoculum permanente pour les deux Tephritidae.

L'étude a révélé la présence de *Ceratitis punctata* dans les sapotes en compagnie de *B. invadens*. Par ailleurs *C. punctata* a été signalé dans les fruits appartenant aux familles des Anacardiaceae, Apocynaceae, Cucurbitaceae, Myrtaceae, Passifloraceae, Rubiaceae, Sapotaceae et Sterculiaceae (Corroll *et al.*, 2004).

Ceratitis breinii Guerin-Menevill, une mouche des fruits afrotropicale, a été retrouvé dans les fruits de *Cordyla pinnata* (Norrbon *et al.*, 1999). L'espèce est citée parmi 12 espèces de mouches inféodées au manguier dont *Ceratitis cosyra*, *Ceratitis silvestrii*, *Ceratitis quinaria*,

Ceratitis fasciventris, *Ceratitis ditissima*, *Ceratitis punctata*, *Dacus vertebratus*, *Ceratitis capitata*, *Ceratitis anonae*, *Bactrocera cucurbitae* et *Bactrocera invadens* (Vayssières et Sinzogan, 2008).

Dacus ciliatus et *Bactrocera cucurbitae* bien que nombreux sur les fleurs du jujubier gaula n'ont été extraits que de baies de cucurbitacées comme *Kedrostis hirtella*, *Momordica balsamina*, *Cucumis melo*, *Cucumis sativus* et *Citrullus lanatus*. Ceci révèle un comportement polyphage de ces mouches qui s'attaquent également à d'autres cucurbitacées cultivées et sauvages (White et Elson-Harris, 1992).

L'état et la couleur du fruit ont une influence significative sur les émergences de *Bactrocera invadens* et *Ceratitis cosyra* chez la mangue. Des mangues mûres ont émergé 44% des *B. invadens* et 38% des spécimens de *C. cosyra*, tandis que 48% des *B. invadens* et 62% des *C. cosyra* ont émergé des mangues avortées. La prépondérance de *C. cosyra* au niveau des mangues avortées est à relier au caractère précoce de l'insecte par rapport à la période de production des mangues (Vayssières *et al.*, 2008). En effet 93% des spécimens de l'insecte ont émergé des mangues issues des premières vagues de floraison contre 45% des effectifs de *B. invadens*.

Par ailleurs 60% des Tephritidae ont été hébergées par les fruits jaunes suivis des fruits de couleur verte (avortés). L'ACP montre également une corrélation forte entre la couleur et l'état du fruit. Les spécimens de *Ceratitis cosyra* sont concentrés dans les mangues jaunes avec 77% des effectifs de l'insecte. Par contre, *B. invadens* dénombré pour 58% des effectifs dans les mangues jaunes, est présente dans toute la gamme de couleur de mangue étudiée. En effet les femelles de cératites sont attirées par les fruits à la fois grâce à leur odeur et à leur couleur, surtout le jaune, l'orange et le rouge (Vayssières *et al.*, 2008). Ceci expliquerait l'attractivité accrue des fruits avec le déclenchement du processus de maturation physiologique et par conséquent une plus grande susceptibilité des fruits jaunes par rapport aux fruits verts. La mangue est un fruit climactérique, chez lequel même avorté, le processus de maturation continue par terre, ce qui favorise la ponte des mouches des fruits. Ce phénomène justifie également l'importance des Tephritidae dans les fruits collectés par terre par rapport à ceux cueillis sur arbre. Cette observation renforce la justesse et l'importance des mesures d'hygiène du verger dans la lutte contre les mouches des fruits (Verghese *et al.*, 2003). La totalité des spécimens de *C. cosyra* est issue de mangues ramassées contre 92% des effectifs de *B. invadens*. Certaines femelles de Dacini préfèrent pondre sur les parties des fruits situées à l'ombre plutôt que sur les faces ensoleillées (Syed, 1969) expliquant en partie

l'importance de *B. invadens* dans les mangues ramassées sous les manguiers. Par ailleurs l'infestation des mangues par les mouches accentue la chute prématurée des fruits.

Les mangues fendues étaient plus infestées par *B. invadens*. Ainsi chez la variété Keitt 31% des spécimens de *B. invadens* sont issus de fruits fendus. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que de nombreuses espèces de *Bactrocera*, pondent dans de récentes piqûres de ponte d'autres femelles ou encore dans les blessures des fruits (Prokopy et Koyama, 1982).

Les résultats de ce travail ont montré que même les fruits avortés de petite taille (inférieure à 5cm) hébergent un nombre important de mouches des fruits. Cette catégorie de fruits contribue à l'augmentation progressive des populations en tant que premiers supports de ponte pour les Tephritidae dès l'étape du grossissement de la mangue. A la maturité physiologique optimale, le fruit acquiert la capacité de répondre à l'éthylène et le synthétiser de façon autocatalytique (Johnson *et al.*, 1997). Pour la mangue et d'autres fruits climactériques, la maturation s'accompagne d'une augmentation de la respiration associée à une brusque stimulation de la synthèse d'éthylène (Gamage *et al.*, 1999). Les réactions de solubilisation, dépolymérisation et déestérification des polysaccharides pectiques qui s'opèrent pendant la maturation (Nogata *et al.*, 1993 ; Rose *et al.*, 1998 ; Happi Emaga *et al.*, 2007) suscitent la libération de substances terpéniques qui augmentent l'attractivité des mangues mûres et avortées en plus de l'effet de la couleur et de la forme. Ces transformations se répercutent de façon apparente sur les caractéristiques du fruit : la couleur de la peau et de la pulpe, la fermeté, l'extrait sec soluble, le taux d'humidité et la teneur en matière sèche (Chaïb, 2007).

Les résultats de l'étude relative à l'influence de la taille du fruit sur les émergences de mouches des fruits ont montré que pour toutes les variétés de mangues, les fruits de grosseur 05-10cm ont hébergé plus 80% de spécimens de *B. invadens* et *C. cosyra*. De nombreux cultivars locaux et améliorés ont une taille maximale incluse dans cette classe de grosseur. D'autre part la forme comme la couleur constitue un stimulus olfactif qui induit l'exploration du fruit, la piqûre et la ponte (Fletcher, 1987).

L'étude concernant l'effet de la couleur et l'état du fruit sur le nombre de mouches a montré que le nombre de *Bactrocera invadens* est plus important que *C. cosyra* dans les fruits en début de pourriture au moment de la collecte et de couleur marron. En effet certaines mouches des fruits entretiennent des relations trophiques avec des bactéries qui leur apporteraient des acides aminés et d'autres facteurs de croissance pendant que le diptère assure leur protection et leur dispersion (Drew et Lloyd, 1989). Dans certains cas, les bactéries associées aident les

mouches à neutraliser l'acidité du fruit ce qui justifie entre autre l'importance de *B. invadens* et *Ceratitidis capitata* dans certains agrumes.

En outre pendant le pourrissement, les produits de fermentation du fruit attirent les drosophiles qui viennent y pondre et les larves qui en résultent, entrent en compétition avec celles des éventuelles Tephritidae.

L'analyse de l'information portant sur l'effet des vagues de floraison sur les émergences de Tephritidae issues des mangues a montré une corrélation entre les émergences de *Ceratitidis cosyra* et les premières vagues de floraison. Par contre pour *Bactrocera invadens*, une corrélation plus forte a été obtenue avec les dernières vagues de floraison. Les études effectuées sur l'influence de la variété, de l'état, de la couleur, de la taille et l'endroit de collecte de la mangue sur les émergences de *Bactrocera invadens* et *Ceratitidis cosyra* ont révélé des préférences de ponte différentes entre les deux espèces. En effet *B. invadens* est une espèce invasive, de grande taille (stratégie "K" par Vayssières et al., (2005)) et colonisatrice qui s'introduit dans plusieurs plantes hôtes et entre en compétition avec les mouches des fruits autochtones. Cependant la dynamique des populations des deux espèces ne révèle pas des phénomènes d'exclusion (Mwatawala *et al.*, 2006) dans la compétition entre *B. invadens* et *C. cosyra*. Au comportement opportuniste, agressif et invasif de *B. invadens* s'oppose une réaction de l'espèce autochtone *C. cosyra* précoce, suscitant ainsi une forme de compétition qui se manifeste par le développement de l'une au niveau des cultivars où l'autre espèce est faiblement représentée.

VI. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

L'étude portant sur la diversité des Tephritidae infestant les fruits dans la zone des Niayes, de Thiès et de Sindia effectuée du 8 avril au 8 décembre 2008 a montré que les mouches des fruits constituent la majeure partie des émergences (96%) issues des fruits observés. Les pupes extraites des fruits ont révélé une infestation des fruits par essentiellement *Bactrocera invadens* pour 62% des émergences, des ceratitinae composées de *Ceratitis cosyra*, *Ceratitis capitata*, *Ceratitis punctata*, *Ceratitis breyii* et d'autres espèces comme *Carpomyia sp.*, *Capparimya bipustulata*, *Bactrocera cucurbitae*, *Dacus spp.* (*D. ciliatus*, *D. frontalis*, *D. vertebratus* et *D. sp.*). Les fruits infestés par les mouches des fruits ont hébergé en outre d'autres insectes comme les mouches domestiques et des parasitoïdes de Tephritidae.

L'évolution des émergences de mouches des fruits a montré des niveaux d'infestation variant selon la période au sein d'un verger et selon le type de verger. Dans les vergers de manguiers, ces émergences augmentent avec la maturation des fruits. Après les périodes de production des mangues les mouches des fruits se réfugient dans les agrumes et autres espèces cultivées et spontanées propices à leur maintien. Les vergers de type traditionnel ont des niveaux d'infestation plus importants que les vergers de type moderne. Avec les premières vagues de floraison, les mangues avortées constituent des substrats de ponte qui augmentent les émergences de mouches des fruits dans les vergers.

L'étude a révélé la présence de *Bactrocera invadens* sur 58 plantes fruitières existant dans les vergers des Niayes, Thiès et Sindia dont 21 cultivars d'agrumes, 24 variétés de mangues, l'anacardier, le câprier, le jujubier, le goyavier, le cerisier de Cayenne, le corossolier, *Kedrostis hirtella*, le papayer, le dimb, le dattier et le sapotillier. Ces plantes appartiennent respectivement aux suivantes : Rutacées, Anacardiacees, Capparidacees, Rhamnacees, Myrtacees, Annonacees, Cucurbitacees, Caricacees, Césalpinacees, Palmacees, Sapotacees.

Bactrocera invadens demeure la plus importante des Tephritidae au niveau des variétés de mangues et des cultivars d'agrumes étudiés. Chez la mangue l'espèce coexiste avec *Ceratitis cosyra* tandis qu'au niveau des agrumes elle domine sur *C. capitata* et *C. cosyra*.

Les variétés, les vagues de floraison et les paramètres morphophysiologiques de la mangue tels que la couleur, la taille et l'état du fruit sont déterminants sur les émergences de *B. invadens* et de *C. cosyra*. Des phénomènes de compensation semblent régir la compétition entre ces deux ravageurs. *B. invadens* reste cependant dominante quelque soit la vague de floraison

mais son importance est plus marquée pendant les dernières vagues tandis que l'essentiel des effectifs de *C. cosyra* est concentré dans les premières. *C. cosyra* est concentré pour 81% des effectifs dans les fruits de taille comprise entre 5 et 10cm alors que *B. invadens* a émergé pour 67% de ses effectifs dans les fruits de même taille. L'essentiel des spécimens de *C. cosyra* émerge des mangues ramassées par terre. Cependant 92% des spécimens de *B. invadens* sont issus des mangues ramassées par terre et l'espèce infeste les fruits sur l'arbre pour 8% des cas. *C. cosyra* est concentré à 77% de ses effectifs dans les fruits de couleur jaune contre 58% pour *Bactrocera invadens*.

C. cosyra infeste surtout les mangues avortées ou mûres alors que *B. invadens* en plus de ces mangues a révélé un comportement plus opportuniste en infestant abondamment les mangues fendues surtout chez la Keitt.

Le phénomène de compétition entre ces deux mouches s'est révélé à travers des préférences variétales différentes. En effet 84% des effectifs de *B. invadens* ont émergé principalement (entre 25 et 14% des cas) de fruits des variétés Kent, Keitt, Boucodiékhhal, Séwé, David Haden et Valencia tandis que chez *C. cosyra* l'essentiel de l'effectif l'essentiel de l'effectif a émergé principalement (23 à 18%) de Valencia, Haden, Boucodiékhhal et secondairement (6 à 3%) de Colombo, Keitt, Kent, Early gold, Birane Diop et Pêche.

Malgré les efforts entrepris au niveau national, les pertes occasionnées par les mouches des fruits principalement *B. invadens* revêtent une importance économique croissante. C'est pourquoi une meilleure connaissance de l'épidémiologie du fléau et de la biologie de *B. invadens* en particulier demeurent essentiels pour assoire une lutte efficace.

A cet effet, il serait important de :

- élargir la zone d'étude et les plantes fruitières à prospecter pour mieux cerner les fruits hôtes de *B. invadens* dans les écosystèmes cultivées et les écosystèmes sauvages.
- intégrer l'étude des plantes hôtes dans l'agrosystème en cernant les relations entre les composantes pour une meilleure caractérisation des foyers de réinfestation.
- étudier les seuils économiques de nuisibilité pour les cultivars à forte valeur ajoutée ;
- étudier les potentialités d'une lutte biologique utilisant les parasitoïdes locaux ou exotiques.

BIBLIOGRAPHIE

- Alhooti S., Sidhu J.S. et Qabazard H., 1997.** Physicochemical characteristics of five date fruit cultivars grown in the United Arab Emirates. *Plant Foods Hum. Nutr.*, **50**, 101-113.
- Awadallah A., Selim O. F., Fouda S. et Hashem A. G., 1975.** The chemical control of ziziphus fruit fly, *Carpomyia incomplete*, Becker in the Assiut area. *Agricultural Research Review*, **53**, 123-125. [RAE 65:5576]
- Ba A. T., Madsen J. E. et Sambou B., 1998.** – Flore, végétation et biodiversité au Sahel. *AAU Reports 39 from the botanical institute, university of AARHUS, Aarhus University press*, Denmark.
- Balayara A., 2008.** Mise au point d'une technique d'élevage de la mouche des fruits (*Bactrocera invadens* Drew, Tsuruta et White) (Tephritidae) en conditions de laboratoire et suivi des paramètres biologiques ; mémoire de DEA, ENSA, Université de Thiès, 53.
- Baker R., Herbert R. H., et Lomer R. A., 1982.** Chemical components of the rectal gland secretions of male *Dacus cucurbitae*, the melon fly. *Experientia* **38**: 232-233.
- Bateman M. A., 1972.** The ecology of fruit flies. *Annual Review of Entomology* **17**; 493-518.
- Chaïb J., 2007 .** *Caractérisation des déterminants génétiques et moléculaires de composantes de la texture du fruit de tomate*. Thèse de doctorat de l'école nationale supérieure agronomique de Montpellier. Formation doctorale: Développement et Adaptation des Plantes. Ecole Doctorale: Biologie des Systèmes Intégrés, *Agronomie – Environnement* Soutenue le 6 février 2007, 227p.
- Cirio U., (1971).** – Reperti sul meccanismo stimolo-risposta nell'ovideposizione del *Dacus oleae* (Diptera Trypetidae). *Redia* **52** : 577-600.
- Cissé, I., 2000.** Utilisation des pesticides dans le système de production horticole dans la zone des Niayes : les produits et leurs impacts sur la nappe phréatique. *Thèse 3^{ème} cycle*, Géographie, Fac. Lettres, UCAD, 187p.
- Cissé I., Fall S. T., Akimbamijo Y. et al., 2002.** L'utilisation des pesticides et leurs incidences sur la contamination des nappes phréatiques dans la zone des Niayes au Sénégal. In : O. O. Akimbamijo, Fall S.T, O.B. Smith. *Advances in crop-livestock integration in West African cities*. Ottawa : CRDI, : 85-100
- Coleacp, 2004** – Itinéraire technique du mangoier Mai 2004, p.38
- Consere, 1997.** – Expérience sénégalaise en matière de lutte contre la désertification, Janvier 1997, Conférence mondiale sur la désertification, 70p.
- De Meyer M., 1998.** Revision of the subgenus *Ceratitidis* (*Ceratalaspis*) Hancock [Diptera, Tephritidae], *Bull. Entomol. Res.* **88**, 257–290.
- De Meyer M., 2000.** Systematic revision of the subgenus *Ceratitidis* MacLeay s.s. (Diptera, Tephritidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, **128**, 439–467.
- De Meyer M., 2001.** On the identity of the Natal fruit fly, *Ceratitidis rosa* (Diptera Tephritidae), *Bull. Inst. Res. Sci. Natl. Belg. Entomol.* **71**, 55–62.

- De Meyer M. et Freidberg A., 2005.** Revision of the fruit fly genus *Capparimyia* (Diptera, Tephritidae). The Norwegian Academy of Science and Letters 2005, *Zoologica Scripta*, 34, (3), 279–303.
- Drew R.A.I., Tsuruta K. et White I.M., 2005.** A new species of pest fruit fly (Diptera: Tephritidae: Dacinae) from Sri Lanka and Africa. *Afr. Entomol.* 13, 149–154.
- Drew R.A.I. et Hooper G.H.S., 1983.** *Population studies of fruit flies* (Diptera: Tephritidae) in South East Queensland. *Oecologia* (Berlin) 26: 153–159.
- Drew R.A.I. et Lloyd A., 1989.** *Bacteria associated with fruit flies and their host plants*, In G. Robinson and A. S. Hooper [eds.], *Fruit flies: their biology, natural enemies, and control*. World crop pests. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. pp. 129-140.
- Ed Verheij, 2006.** La culture fruitière dans les zones tropicales. *Fondation Agromisa et CTA*, Wageningen, 2006, Pays Bas, 104p.
- Ekesi S., Nderitu P.W. et 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 (8): 379-386.
- Enda Graf et Gret, 1999.** Aperçu de la filière fruits au Sénégal, mai 1999, 10p.
- FAO, 2006.** – FAOSTAT 2006, Crop Protection Compendium Edition 2006
- Fay H.A.C. et Meats A., 1983.** The influence of age, ambient temperature, thermal history and mating history on mating frequency in males of the Queensland fruit fly, *Dacus tryoni*. *Entomologia experimentalis et applicata*, 34, 273-276.
- Fletcher B.S., 1987.** The biology of dacine fruit flies. *Annual Review of Entomology* 32:115–144
- Fletcher B.S. et Kapatos E., 1983.** The influence of temperature, diet and olive fruits on the maturation rates of female olive flies at different times of the year. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 33, 244–252.
- Freidberg A. et Kugler J., 1989.** Fauna Palaestina, Insecta IV Diptera: Tephritidae. The Israel Academy of Sciences and Humanities, Jerusalem. 212 p.
- Gamage T.V. et Rehman M.S., 1999.** Post-harvest handling of foods of plant origin. In: Rehman M.S., ed. *Handbook of food preservation*. New York: Marcel Dekker Inc., 11- 46.
- Hancock D.L., 1987.** Notes on some African Ceratitinae (Diptera Tephritidae) with special reference to the Zimbabwean fauna, *Trans. Zimb. Sci. Assoc.* 63, 47–57.
- Happi Emaga T. et al., 2007.** Dietary fibre components and pectin chemical features of peels during ripening in banana and plantain varieties. *Bioresource Technol.*, in press.
- Hendel F., 1927.** Trypetidae. In : Lindner, E. (ed.), *Die Fliegen der Palaearktischen Region*, Stuttgart. 5(1), 1-221.
- Hendrichs J. et Prokopy R. J., 1994.** Food foraging behavior in frugivorous fruit flies. IN: *Fruit Flies and the Sterile insect Technique*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Huber D.J. et Lee J.H., 1986.** Comparative analysis of pectins from pericarp and locular gel in developing tomato fruit. In: Fishman M. & Jen J., eds. *Chemistry and functions of pectins*. Washington: American Chemical Society, pp.141-156.
- Inari T. et Takeuchi T., 1997.** Changes in pectic substances during the ripening of strawberry fruit. *J. Jpn Soc. Food Sci. Technol.*, 44, 319-324.

- Inari T., Yamauchi R., Kato K. et Takeuchi T., 2000.** Purification and some properties of pectinesterase from fruits of a miniature-fruited red type tomato. *Food Sci. Technol. Res.*, **6**, 54-58.
- Infoconseil et Paoa, 2006.** Etat des lieux de la filière fruits et légumes au Sénégal, Dakar, Sénégal, Gret, Enda graf, SNC Lavalin, Cintech, MAE, CDE, ACDI, MIA, 65 p.
- Javaid I., 1986.** Causes of damage to some wild mango fruit trees in Zambia. *International Pest Control* 28, 98–99.
- John M.A. et Dey P.M., 1986.** Postharvest changes in fruit cell. *Adv. Food Res.*, **30**, 139-193.
- Johnson G.I., Sharp J.L. et Oosthuysen S.A., 1997.** Postharvest technology and quarantine treatments. In: Litz R.E., ed. *The mango: botany, production and uses*. Wallingford, UK: CAB International, pp.447-507.
- Kertesz Z.I., 1951.** *The pectin substances*. New York, USA: Interscience Publishers Inc.
- Kuba H. et Koyama J., 1985.** Mating behavior of wild melon flies, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae) in a field cage: courtship behavior. *Appl. Entomol. Zool.* 20: 365-372.
- Labuschagne T., Brink T., Steyn W.P. et al., 1996.** Fruit flies attacking mangoes – their importance and post harvest control. Yearbook of the South African Mango Growers' Association, 16, 17–19.
- Lakra R. K. et Singh Z., 1984.** Calendar of losses due to ber fruit fly, *Carpomyia vesuviana* Costa (Diptera:Tephritidae) in different *Zizyphus spp.* In Haryana. *Indian journal of entomology*, 46, 261-269. [RAE 75: 2379]
- Liquido N. J., Shinoda L. A. et Cunningham R. T., 1991.** Host plants of Mediterranean fruit fly: an annotated World review. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 77: 1-52.
- Ludovic A., 1999.** - La compétition spermatique chez les insectes : les stratégies d'assurance de la paternité et la présence du sperme. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 1999 **3** (2) : 86–103
- Lux S.A., Ekesi S., Dimbi S., et al., 2003.** Mango-infesting fruit flies in Africa: perspectives and limitations of biological approaches to their management. pp. 277–293 in Neuenschwander, P., Borgemeister, C. & Langewald, J. (Eds) *Biological control in IPM systems in Africa*. Wallingford, Oxon, CAB International.
- Malavasi A., Midgarden D. et Kellman V., 2000.** - Status of the Cooperative Republic of Guyana as country free of *Bactrocera carambolae*, Carambola Fruit Fly Programme in North of South America Georgetown, Guyana, Oct. 2000. p.22.
- Malio E., 1979.** Observations on the mango fruit fly *Ceratitis cosyra* in the Coast Province, Kenya. Kenya Entomologist's Newsletter 7.
- Matanmi B. A., 1975.** The ecology of tephritid fruit flies (Diptera: Tephritidae) attacking cucurbits at Ile-Ife. Nigeria. *Niger. J. Entomol.*, 1: 153-159.
- Marcellin O., Mourgues J. et Talmann A., 1990.** Les polyosides de la goyave (*Psidium guajava* L.). Evolution au cours de la croissance et incidences technologiques liées à l'obtention de purées et de jus. *Fruits*, 45 (5), 511-520.
- Mausse S.D. et Bandeira R.R., 2007.** Ecological relationships between *Ceratitis spp.* (Diptera: tephritidae) and other native fruit tree pests in southern Mosambique, *Fruit*, Cirad/EDP Sciences, 62:35-44.
- MBaye N., 2006.** Inventaire et caractérisation des champignons phytopathogènes responsables de maladies post-récoltes chez deux variétés de mangues (*Mangifera indica* L.),

Kent et Keitt, destinées à l'exportation dans la zone des Niayes du Sénégal. *Thèse de doctorat* UCAD, 105 p.

Morton T. C., et Bateman M. A., 1981. Chemical studies on proteinaceous attractants for fruit flies, including the May 2005 identification of volatile constituents. *Aust. J. Agric. Res.* 32: 905-916.

Mukiama T.K. et Muraya J.K., 1994. Ceratitid fruit flies infesting fruit crops in Kenya. *Insect Science and Its Application* 15, 155–159.

Mwatawala M. W., De Meyer M., Makundi R. H. et al., 2006. Seasonality and host utilization of the invasive fruit fly, *Bactrocera invadens* (Dipt., Tephritidae) in central Tanzania. *J. Appl. Entomol.* 130(9-10), 530–537.

Mwatawala M.W., Senkondo F.J., Maerere A.P. et al., 2005. Current status and future needs for fruit flies research in Tanzania, *Int. Pest Control* , 47, 184–187.

Mwatawala M.W., White I.M., Maerere AP. et al., 2004. A new invasive *Bactrocera* species (Diptera: Tephritidae) in Tanzania. *Afr. Entomol.* 12, 154–158.

Myhara R.M., Al-Alawi A., Karkarlas J. et al., 2000. Sensory and textural changes in maturing omani dates. *J. Sci. Food Agric.*, 80, 2181-2185.

N'Guetta K., 1998. Rapport d'activité de recherche, Idefor-Dfa, *Rapp. Interne*, Côte d'Ivoire, 12 p.

Ndzana-Abanda F. X., Quilici S., Vayssières J. F., et al., 2008. Inventaire des espèces de mouches des fruits sur goyave dans la région de Yaoundé au Cameroun. *Cirad/EDP Sciences, Fruits*, 2008, 63 ; 19–26.

Ndiaye O., 2008. Contribution à la lutte contre les mouches des fruits: facteurs importants affectant l'efficacité des méthodes de lutte dans la zone des Niayes et de Thiès. *Mémoire de Fin d'étude du cycle ingénieur agronome*, ENSA, Sénégal, 71p.

Nogata Y., Ohta H. et Voragen A.G.J., 1993. Polygalacturonase in strawberry fruit. *Phytochemistry*, 34, 617-620.

Norrbom, A. L., Carroll L. E., Thompson F. C. et al., 1999. Systematic database of names. Fruit Fly Expert Identification System and Systematic Information Database. *Myia*, vol. 9. 65-251.

Noussourou M. et Diarra B., 1995. Lutte intégrée contre les mouches des fruits, *Sahel IPM* 6, 2–13.

Paul R.E., Gross K. et Qiu Y., 1999. Changes in papaya cell walls during fruit ripening. *Postharvest Biol. Technol.*, 16, 79-89.

Peng, R.K. et Christian, K., 2005.- Integrated pest management in mango orchards in the Northern Territory of Australia using green ants as a component. Manuel for conventional and organic growers in Australia. *School of sciences and primary industries, Charles Darwin University Darwin* , 54 p..

Pereira B. S., 1963, *Étude pédologique des « Niayes » méridionales (entre Cayar et Mboro)* , rapport général CRP, Hann, Dakar (Sénégal), MERC, p. 9.

Prokopy R. J., et Koyama J., 1982. Oviposition site partitioning in *Dacus cucurbitae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 31:428–432.

Renkema J., Lynch D. et Beavers R., 2008. Stratégies de contrôle de la mouche de l'airelle à l'aide de paillis dans les plants de myrtilles géantes américaines. (CABC, éd.) Centre d'agriculture biologique de Canada Technical bulletin 44 Web_blueberries_f.pdf, p.4.

- Rose J.K.C., Hadfield K.A., Labavitch J.M. et al., 1998.** Temporal sequence of cell wall disassembly in rapidly ripening melon fruit. *Plant Physiol.*, **117**, 345-361.
- Sakai T., Sakamoto T., Hallaert J. et al., 1993.** Pectin, pectinase and protopectinase: production, properties and application. *Adv. Appl. Microbiol.*, **39**, 213-294.
- Seguni Z, Mwaiko W. et Holler T. 2004.** A survey in five mango growing regions of mainland Tanzania to verify presence of the oriental fruit fly, *Bactrocera* [sic] *dorsalis* Hendel. *Tanzania Ministry of Agriculture and Food Security report*, Dar es Salaam, 18 pp.
- Silvestri F., 1913.** Viaggio in Africa per cercare parassiti di mosche dei frutti, *Boll. Lab. Zool. Gen. Agrar. Ric. Sci. Sup. Agric.*, Portici 8, 1-164.
- Song S. D., Drew R. A. I. et Hughes J. M., 2007.** - Multiple paternity in a natural population of a wild tobacco fly, *Bactrocera cacuminata* (Diptera: Tephritidae), assessed by microsatellite DNA markers *Molecular Ecology* 16 (11): 2353-2361
- Steck G. J., 2000.** - *Ceratitis cosyra* (Walker) (Diptera:Tephritidae) *Entomology Circular No. 403* Fla. Dept. Agric. & Consumer Services Nov/Dec 2000 Division of Plant Industry. 2p.
- Syed R.A., 1969.** Studies on the ecology of some important species of fruit flies and their natural enemies in West Pakistan. CIBC, *Commonwealth Agriculture Bureau*, UK, 12p.
- Ternoy J., Poublanc C., Diop M. et Nugawela P., 2006.** La chaine de valeurs mangue au senegal : analyse et cadre strategique d'initiatives pour la croissance de la filiere. *Unité BDS du programme USAID Croissance Economique* Septembre 2006, 90p.
- Thompson F.C., 1998.** Fruit fly expert identification system and systematic data base. *Myia* 9, 1-224
- Tzankakis M. E., Tsitsipis J. A., et Economopoulos A. P., 1968.** Frequency of mating in females of the olive fruit fly under laboratory conditions. *J. Econ. Entomol.* 61:1309-1312
- Vayssières J .F. et Sinzogan A., 2008.** Réseau de piégeage de détection des mouches des fruits au Bénin et premiers résultats in *Coleacp*, 2008. La lutte régionale contre les mouches des fruits et légumes en Afrique de l'Ouest. *Lettre d'information N°5, octobre 2008*, p.4
- Vayssières J. F., Rey J. Y. et Traoré L., 2007.** Distribution and host plants of *Bactrocera cucurbitae* in West and Central Africa. *Fruits* 62, 391-396
- Vayssières J.F. et Carel Y., 1999.** Les Dacini (Diptera Tephritidae) inféodées aux Cucurbitaceae à la Réunion : gamme de plantes hôtes et stades phénologiques préférentiels des fruits au moment de la piqûre pour des espèces cultivées, *Ann. Soc. Entomol. Fr.* 35, 197-202.
- Vayssières J.F. et Kalabane S., 2000.** Inventory and fluctuations of the catches of Diptera Tephritidae associated with mangoes in Coastal Guinea, *Fruits* 55, 259-270.
- Vayssières J.F., Georgen G., Lokssou O. et al., 2005.** A new *Bactrocera* species in Benin among mango fruit fly Diptera: Tephritidae species, *Fruits* 60 371-377.
- Vayssières J.F., Sanogo F. et Noussourou M., 2004.** Inventaire des espèces de mouches des fruits (Diptera : Tephritidae) inféodées au manguier au Mali et essais de lutte raisonnée. *Cirad/EDP Sciences Fruits*, 2004, vol. 59, p. 1-14.
- Verghese A., Madhura H.S., Jayanthi P.D.K. et al., 2003.** Fruit flies of economic significance in India with special reference to *Bactrocera dorsalis* Hendel. In: Barnes, B., Addison, M. (Eds.), *Proceedings of the Sixth International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance*. Stellenbosch, South Africa, in press , pp.6-10.

- White I.M., 2006.** Taxonomy of the Dacina (Diptera: Tephritidae) of Africa and the Middle East. *Afr. Entomol. Mem.* 2, 1–156.
- White I.M. et Elson-Harris M., 1992.** Fruit flies of significance: their identification and bionomics, *Cab Int., Aciar, Redwood Press*, Melksham, UK, 601 p.
- Yashoda H.M., Prabha T.N. et Tharanathan R.N., 2005.** Mango ripening-chemical and structural characterization of pectic and hemicellulosic polysaccharides. *Carbohydr. Res.*, **340**, 1335–1342.
- Zanté P., 1984.** Etude pédologique du domaine de l’Institut du Développement Rural (INDR) Thiès, Sénégal, 129p.

WEBOGRAPHIE

CABI et EPPO, 2003. *Dacus ciliatus*. Data Sheets on Quarantine Pests for the EU under contract 90/399003, 4p.

www.eppo.org/QUARANTINE/insects/Dacus_ciliatus/DACUCI_ds.pdf

Carroll L.E., Norrbom A.L., Dallwitz M.J., et al., 2004. Pest Fruit Flies of the World – Larvae onwards. Version: 13th April 2005.

<http://delta-intkey.com/ffl/index.htm>

Carroll L.E., White I.M., Freidberg A., et al., 2004. Pest fruit flies of the world: identification, descriptions, illustrations, and information retrieval. Diptera Data Dissemination Disk (CD-ROM) 2.

<http://delta-intkey.com/ffl/index.htm>

Cayol J.P., Enkerlin W., Bakri A. et al., 2002. Les mouches des fruits (Diptera, Tephritidae), ravageurs d'importance économique pour l'agrumiculture. *Insect Pest Control Section, Joint FAO/IAEA Division for Food and Agriculture, International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria*

http://citrus2002.cirad.fr/fr/resumes_fr.html

Vayssières, J. F et Goergen G., 2007. Lutte contre les mouches des fruits (Diptera Tephritidae) du manguier au Bénin : état des lieux et perspectives. *Video. Conf. n°= 2.*, Cotonou, 20 mars 2007. 2p.

<http://publications.cirad.fr/theme.php?code=H10>

Vayssières, J. F., Sinogan A. et A. Bokonon-Ganta, 2008. La nouvelle espèce invasive de mouche des fruits : *Bactrocera invadens* Drew Tsuruta et White. Projet régional de lutte contre les mouches des fruits en Afrique de l'Ouest, *Fiche technique n°2*, IITA-CIRAD 2008, 4p.

www.cirad.bf/doc/mouche1_02.pdf

Vincenot D., Quilici S., Jeuffraul E. T. et, Rolet A., 2005. Les mouches des fruits. Programme régional de protection des végétaux de l'océan indien

WWW.prpv.org. Publié le 09 Nov 2005 Dernière modification le 03 Mai 2007



ANNEXES



Jujube gaula infesté par *Carpomyia sp.* Jujube gaula infesté par *Bactrocera invadens*
Figure 19 : Annexe1 - Etat du jujube gaula infesté en fonction de l'espèce de Tephritidae



Capparimyia bipustulata infestant la câpre Parasitoïdes infestant des larves de Tephritidae
Figure 20 : Annexe2 - Etat du fruit et infestation de la câpre par *Capparimyia* et de la mouche par les parasitoïdes



B. invadens infestant *Kedrostis hirtella* parasitoïdes issus de pupes extraites du fruit

Figure 21 : Annexe3-Etat de *Kedrostis hirtella* infesté par *Dacus* sp. et *B. invadens* et parasitoïde issus du fruit