

2022

«Abondance des espèces de mouches des fruits dans les champs d'aubergine de la plaine de l'imbo au Burundi»

MUNYEMPUNDU, Sigsbert

UB

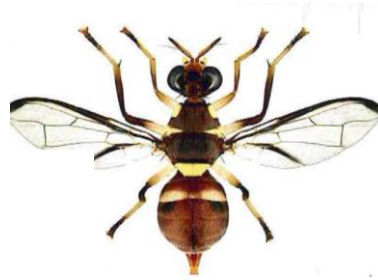
<https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/509>

Téléchargé depuis le dépôt institutionnel officiel de l'Université du Burundi

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



« ABONDANCE DES ESPECES DE MOUCHES DES FRUITS DANS LES
CHAMPS D'AUBERGINE DE LA PLAINE DE L'IMBO AU BURUNDI »



Par :

MUNYEMPUNDU Sigsbert

Mémoire

Présenté en vue d'obtenir le Diplôme de Master en Biologie des Organismes et Ecologie

Option : Gestion des Paysages et Ecosystèmes Terrestres

Sous la direction de :

Prof. Claver SIBOMANA

MEMBRES DU JURY

Prof. NDUWARUGIRA Déogratias: Président du Jury

Prof. GASOGO Anastasie : Secrétaire du Jury

Prof. SIBOMANA Claver: Promoteur

DEDICACE

A mes très chers parents ;

A ma très chère épouse ;

A mon fils *Graceson*;

A la Famille Elie BARUTWANAYO ;

A la famille Desiré NKURUNZIZA ;

A mes oncles et tantes ;

A mes frères et sœurs ;

A tous mes amis et connaissances ;

Je vous dédie ce mémoire.

MUNYEMPUNDU Sigsbert

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce travail a été facilitée par l'action de certaines personnes dont la bravoure mérite d'être encensée.

Nous tenons à remercier Dieu, le Miséricordieux et source de tout savoir qui nous a permis de mener à bien ce travail.

Nous présentons nos sincères remerciements au Prof. Claver SIBOMANA pour avoir accepté de diriger ce mémoire. Ses orientations nous ont été très utiles pour que ce travail puisse aboutir aux résultats attendus. Qu'il trouve ici notre profonde gratitude.

Nos remerciements s'adressent aussi à Monsieur Liévin NDAYIZEYE, cadre à l'OBPE, pour son encadrement et ses éclaircissements qui nous ont aidé à réaliser efficacement les travaux de terrain et d'autres tâches y relatives.

Notre reconnaissance revient aussi aux enseignants qui, depuis l'école primaire jusqu'à l'Université du Burundi en passant par l'école secondaire et spécialement ceux de la Faculté des Sciences, Département de Biologie, nous ont transmis des connaissances durant notre cursus. Qu'ils trouvent ici également notre gratitude.

Nos vifs remerciements vont spécialement à nos parents qui nous ont amené à l'école et qui n'ont pas cessé de nous soutenir moralement et matériellement.

Nos sincères remerciements sont également réservés à notre épouse qui n'a pas cessé de nous soutenir et nous encourager pendant la réalisation de ce travail.

Notre reconnaissance est aussi dirigée à nos frères et sœurs, à tous nos amis pour leur amour, leur encouragement et leur soutien de tout ordre.

Qu'ils trouvent tous, à travers ce labeur, l'expression de notre sincère reconnaissance.

MUNYEMPUNDU Sigbert

RESUME

Les mouches de fruits de la famille des Tephritidae constituent une contrainte majeure pour la production et la commercialisation des fruits dans les pays d'Afrique tropicale et subtropicale. Une lutte contre ces ravageurs est plus qu'une nécessité et devrait être menée notamment sur base des résultats d'études relatives à l'abondance des différentes espèces de mouches de fruits en fonction de leurs plantes hôtes.

L'objectif de notre étude était de recenser les différentes espèces de Tephritidae présentes dans les champs d'aubergines de la plaine de l'Imbo et de déterminer si la présence ou l'absence des aubergines dans aurait un impact sur l'abondance des populations de mouches de fruits.

Un dispositif de pièges de type Macphail dont le couvercle était de couleur jaune pour attirer des mouches et contenant d'appâts alimentaires a été mis en place dans deux sites, un à Ngagara et l'autre à Ruziba, durant 4 mois pour chaque site, soit deux mois avant et après la récolte des aubergines. Au site Ngagara, l'échantillonnage des mouches de fruits s'est déroulé de février à mai et d'août à novembre 2021 au site de Ruziba. La collecte des mouches de fruits se faisait une fois par semaine au coucher du soleil lorsqu'elles sont moins actives. Les spécimens de mouches capturées ont été amenées au laboratoire pour l'identification et le comptage.

Au total, quatre espèces de mouches de fruits ont été identifiées dans les deux sites d'étude. Il s'agit de *Bactrocera latifrons*, *Bactrocera dorsalis*, *Zeugodacus cucurbitae* qui ont déjà été signalées présentes au Burundi et *Bactrocera bigutulla* nouvellement identifiée au Burundi. L'espèce *Bactrocera latifrons* était la plus dominante dans les deux sites. Pendant la période de pré-récolte (période de croissance et période de maturation) et la période de post-récolte des aubergines, nous avons noté que les espèces deviennent abondantes dans la période de maturation et dans les premiers jours la période post-récolte. Les résultats obtenus fournissent des informations non négligeables à prendre en compte dans quelques méthodes de lutte comme celle de lutte prophylactique ou l'hygiène des vergers.

Mots clés : Abondance, Tephritidae, mouches de fruits, aubergine, plaine de l'Imbo.

ABSTRACT

Fruit flies of the Tephritidae family are a major constraint for fruit production and marketing in tropical and sub-tropical African countries. A fight against these pests is more than a necessity and should be carried out in particular on the basis of the results of studies relating to the abundance of the different species of fruit flies according to their host plants.

The objective of our study was to identify the different species of Tephritidae present in eggplant fields in the Imbo plain and to determine whether the presence or absence of eggplants in would have an impact on the abundance of fruit fly populations.

A Macphail trap system with a yellow lid to attract flies and food bait was set up at two sites, one in Ngagara and the other in Ruziba, for 4 months for each site, two months before and after the aubergine harvest. At the Ngagara site, fruit fly sampling took place from February to May and from August to November 2021 at the Ruziba site. Fruit flies were collected once a week at sunset when they are less active. The captured fly specimens were brought to the laboratory for identification and counting.

A total of four species of fruit flies were identified at the two study sites. These are *Bactrocera latifrons*, *Bactrocera dorsalis*, *Zeugodacus cucurbitae* which have already been reported to be present in Burundi and *Bactrocera bigutulla* newly identified in Burundi. *Bactrocera latifrons* was the most dominant at both sites. During the pre-harvest period (growing period and ripening period) and the post-harvest period of eggplants, we noted that species become abundant in the ripening period and in the first days the post-harvest period.

The results obtained provide significant information to be taken into account in some control methods such as prophylactic control or orchard hygiene.

Keywords: Abundance, Tephritidae, fruit flies, eggplant, Imbo plain.

TABLE DES MATIERES

MEMBRES DU JURY	i
DEDICACE.....	ii
REMERCIEMENTS.....	iii
RESUME.....	iv
ABSTRACT	v
TABLE DES MATIERES	vi
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES FIGURES.....	ix
SIGLES ET ABREVIATIONS	x
AVANT PROPOS	xi
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I. GENERALITES	4
I.1. Généralités sur l'aubergine.....	4
I.1.1. Importance de l'aubergine	5
I.1.2. Production des aubergines	5
I.1.3. Maladies et bio-agresseurs de l'aubergine.....	6
I.2. Généralités sur les mouches de fruits	7
I.2.1. Description.....	7
I.2.2. Systématique.....	7
I.2.3. Cycle biologique	8
I.2.4. Ecologie	9
I.2.5. Ethologie.....	12
I.2.6. Importance économique.....	14
I.2.7. Méthode de Lutte contre les mouches de fruits	15
I.2.8. Les mouches de fruits en Afrique	17
I.2.9. Les mouches de fruits au Burundi	17
CHAPITRE II : ZONE D'ETUDE, MATERIEL ET METHODES.....	18
II.1. Zone d'étude	18
II.1.1. Caractéristique écologique des sites d'étude.....	19
II.1.2. Température.....	19
II.1.3. Morphologie, géologie et pédologie.....	19
II.2. Matériel et Méthodes	20

II.2.1. Collecte des échantillons	20
II.2.2. Collecte de mouches des fruits dans les pièges	21
II.2.3. Identification des espèces	21
CHAPITRE III : PRESENTATION DES RESULTATS ET DISCUSSION.....	22
III.1. Présentation des résultats.....	22
III.1.1. Diversité spécifique des mouches de fruits dans les sites d'étude.....	22
III.1.2. Dynamisme des mouches de fruits en fonction de l'état phénologique des aubergines	23
III.2. DISCUSSION.....	25
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	27
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	28
ANNEXES.....	37

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Légumes les plus couramment cultivés et produits mondialement.....	5
Tableau 2: Tableau récapitulatif des abondances des espèces capturées dans les deux sites ..	38
Tableau 3: Nombre de mouches capturées en fonction des périodes de piégeage au site Ngagara.	39
Tableau 4: Nombre de mouches capturées en fonction des périodes de piégeage au site Ruziba	40

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Revenus moyens par légume au Burundi.	6
Figure 2: Cycle de développement des Tephritidae carpophages.	8
Figure 3: Dommages causés par les mouches de fruits.....	15
Figure 4: Localisation des sites d'échantillonnage.	18
Figure 5: Piège de type MacPhail	21
Figure 6: Pièges de type McPhail dans les sites d'étude.....	21
Figure 7: Abondance des espèces de mouches des fruits dans les sites d'étude.....	22
Figure 8: Abondance des espèces de mouches des fruits au site Ngagara selon la période de la récolte	23
Figure 9: Abondance des espèces de mouches des fruits au site Ruziba selon la période de la récolte	24

SIGLES ET ABREVIATIONS

AVC	: Accident Vasculaire Cérébrale
CIRAD	: Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
FAO	: Food Agriculture Organization
FAOSTAT	: Food Agriculture Organization Corporate Statistical Database
GPS	: Global Positioning System
IAEA	: International Atomic Energy Agency
IGEBU	: Institut Géographique du Burundi
MEAE	: Ministère de l'Environnement, de l'Agriculture et de l'Elevage
MINAGRIE	: Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage
MRAC	: Musée royal de l'Afrique centrale
OBPE	: Office Burundais pour la protection de l'Environnement
UNICEF	: United Nations International Children's Emergency Fund
WFP	: World Food Program
WHO	: World Health Organization.

AVANT PROPOS

Le présent document représente le travail de mémoire de master en Biologie des Organismes et Ecologie et a été porté sur : «**ABONDANCE DES ESPECES DE MOUCHES DES FRUITS DANS LES CHAMPS D'AUBERGINE DE LA PLAINE DE L'IMBO AU BURUNDI**».

L'objectif global de la présente étude est de contribuer à l'amélioration de la production des légumes au Burundi, en particulier les aubergines dans la plaine de l'Imbo.

Il est subdivisé en cinq parties: l'introduction générale, des généralités sur les aubergines, le milieu d'étude, le matériel et les méthodes utilisées pour la récolte des échantillons sur le terrain, l'identification au laboratoire, les résultats et leur discussion et enfin la conclusion et recommandations

INTRODUCTION GENERALE

Le Burundi est un des pays qui vit principalement de l'agriculture et le secteur agricole constitue le moteur de l'économie nationale. Il est le garant de la sécurité alimentaire et constitue une activité principale de 90% de la population (Manirakiza, 2020). Les cultures vivrières, occupant 90% des terres cultivées, contribuent pour 80% du PIB et sont largement consommées localement (FAO, 2018a). Les conditions climatiques favorables qui règnent dans le pays permettent la production d'une gamme variée des cultures vivrières dont les plus importantes en volume sont : les bananes, les tubercules, les légumineuses, les céréales, les légumes et fruits et les oléagineux (Manirakiza, 2020).

Les légumes et les fruits contribuent à l'amélioration du niveau nutritionnel de la population, à la protection de l'environnement, à la création d'emplois, à la diversification des sources de revenus et au développement économique en général.

Les fruits et légumes constituent en outre un élément important dans une alimentation saine sur base de nombreux nutriments qu'ils contiennent. Parmi ceux-ci se trouvent principalement des fibres alimentaires, des vitamines (A, C, B2, B6) ; les sels minéraux (potassium, fer, magnésium, calcium) et plusieurs anti-oxydants (Slavin, 2012 ; Conti, 2021). Les fruits et légumes sont bénéfiques pour la santé générale dans la prévention des maladies cardiovasculaires, l'AVC, la maladie des artères coronaires (coronaropathie), le cancer et la mortalité prématurée (Dominika *et al.*, 2020 ; Dagfinn *et al.*, 2017).

Parmi les légumes cultivés au Burundi, l'aubergine se trouve sur tout le territoire du pays. Malgré son importance socio-économique, elle connaît des menaces qui peuvent influencer négativement sa production. C'est notamment les champignons qui attaquent les parties aériennes tels que la *Phomopsis vexans*, la *Corynespora cassiicola* pour la tige et les feuilles, la *Choasephora cucurbitarum* pour les fleurs et la *Phomopsis vexans* pour les fruits (Jacques, 2020). A part les maladies, la production des aubergines fait face à un autre problème sévère d'insectes ravageurs en l'occurrence les mouches de fruits. Leurs dégâts sont parfois importants, causant la perte d'une forte proportion de légumes récoltables (Herinandrasana, 2018).

Les mouches de fruits constituent l'une des principales menaces pour la production fruitière et légumière causant d'importantes pertes aux agriculteurs en Afrique orientale, centrale et occidentale (White et Elson-Harris, 1992, Vargas et al. 2015, Gutierrez *et al.*, 2021). Les femelles pondent des œufs dans les fruits mûrs et les rendent impropres à la consommation et à la commercialisation. En effet, les œufs pondus à l'intérieur du fruit éclosent et les larves s'y développent provoquant sa pourriture (Hossain, 2019). Cela freine l'expansion du commerce intérieur et international de ces cultures, déclenchant d'énormes pertes économiques qui privent les producteurs de revenus suite à la diminution de la qualité et de la quantité des fruits. Elles provoquent aussi des mesures de quarantaine imposées par les pays importateurs des fruits et légumes auprès des pays ayant été déjà envahis par les mouches de fruits (Ekesi et Billah, 2007 ; Vargas *et al.*, 2008 ; Rwomushana, 2016 ; Murithi *et al.*, 2016)

Parmi ces mouches de fruits, *Bactrocera dorsalis* a été trouvée responsable d'une perte financière de plus de 2 milliards de dollars en Afrique chaque année, due aux dommages généralisés des fruits comme coûts de gestion des phytosanitaires et les interceptions (Korir *et al.*, 2015). En Ouganda, les pertes annuelles de l'industrie de la mangue ont été estimées dépassant 116 millions de dollars US en raison de *B. dorsalis* (Nankinga *et al.*, 2010).

L'Afrique subsaharienne abrite 915 espèces de mouches de fruits réparties dans 148 genres, avec 299 espèces se développant dans les plantes hôtes sauvages ou cultivées ou dans les deux (Ekesi, 2010).

Au Burundi, les inventaires ont montré qu'une trentaine d'espèces de mouches de fruits sont déjà présentes dont trois considérées les plus invasives et d'importance économique à savoir *Bactrocera dorsalis* Hendel, *Zeugodacus cucurbitae* Coquillet et *Bactrocera latifrons* Hendel (Liu *et al.*, 2011 ; Ndayizeye *et al.*, 2017, 2019).

Bien que les dommages causés par ces mouches ne soient pas encore chiffrés, des pertes liées aux fruits qui tombent avant la maturité sont déjà observées dans différentes contrées du pays et cela sur la mangue, l'orange, la goyave, la mandarine, la tomate, l'aubergine. Les légumes et les fruits tombés sont accompagnés par des pourritures (Ndayizeye *et al.*, 2017, 2019) et, la plupart des fois, les fruits pourris regorgent des larves de taille variée qui inquiètent de plus en plus les agriculteurs.

A notre connaissance, les travaux déjà réalisés sur les mouches de fruits (Ndayizeye *et al.*, 2017, 2019) au Burundi ont mis un accent particulier sur les inventaires des espèces présentes dans les différentes localités du pays.

Il serait intéressant de mener une étude sur la dynamique de populations de ces mouches de fruits dans les champs de cultures. Une lutte contre ces ravageurs est plus qu'une nécessité et devrait être menée notamment sur base des résultats d'études sur l'abondance des différentes espèces de mouches de fruits en fonction de leurs plantes hôtes.

La plaine de l'Imbo est une région propice à la production des légumes dont l'aubergine que ce soit en saison des pluies ou en saison sèche. Dans cette région, Ndayizeye *et al.* (2019) indiquent que l'aubergine africaine est infestée par *Bactrocera latifrons* sans montrer son abondance ou indiquer si elle serait la seule espèce à causer des dégâts à la production des aubergines. Notre étude se propose d'analyser l'impact de la présence ou l'absence des aubergines sur l'abondance des populations des mouches de fruits.

Notre étude intitulée : « **Abondance des espèces des mouches de fruits dans les champs d'aubergines de la plaine de l'Imbo au Burundi** » a comme objectifs :

➤ **Objectif global de l'étude**

L'objectif global de la présente étude est de contribuer à l'amélioration de la production des légumes au Burundi, en particulier les aubergines dans la plaine de l'Imbo.

➤ **De façon spécifique, il s'agit de:**

- collecter et identifier les espèces des mouches de fruits présentes dans champs d'aubergines de la plaine de l'Imbo et déterminer leur abondance;
- déterminer le dynamisme des mouches de fruits en fonction de l'état phénologique des aubergines

➤ **Hypothèse de recherche**

- Les champs d'aubergines abritent une gamme variée de mouches de fruits ;
- Les mouches de fruits deviennent nombreuses lorsque les aubergines sont mûres ;

CHAPITRE I. GENERALITES

I.1. Généralités sur l'aubergine

➤ Historique

De la famille des *Solanaceae*, l'aubergine (*Solanum sp.*) est originaire de l'Inde et du Bangladesh. Elle est une culture légumière importante qui est cultivée pour ses fruits. La Production mondiale d'aubergines est concentrée dans cinq pays leaders, à savoir la Chine, l'Inde, l'Égypte, la Turquie et l'Iran (~93 % de la production mondiale) (FAOSTAT, 2019 ; Alam et Salimullah, 2021).

Les conditions climatiques sont extrêmement importantes pour une croissance optimale des aubergines et une meilleure qualité des fruits. Une variation drastique des conditions climatiques affecte négativement l'aubergine en termes de production ainsi que de qualité. La température optimale pour la croissance et le développement de l'aubergine varie de 22 °C à 30 °C (Alam et Salimullah, 2021).

Solanum aethiopicum et *Solanum macrocarpon* sont deux espèces d'aubergines originaires d'Afrique cultivées pour leurs fruits comestibles (Weese & Bohs, 2010). Le fruit est toujours récolté immature, à ce stade l'épiderme est lisse et brillant. Plus le fruit est épais, plus il est mûr. Les fruits de *Solanum aethiopicum* peuvent être de couleur blanche, verte claire ou verte foncée. En mûrissant, ils prennent une coloration rouge, qui tire parfois sur l'orange en raison de leur forte teneur en carotène. Ils ont une forme arrondie ou ovale (FAO et CIRAD, 2021).

➤ Classification systématique de l'aubergine

Selon Cronquist (1981), la classification de l'aubergine est la suivante :

Règne	: Plantae
Embranchement	: <i>Magnoliophyta</i>
Classe	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordre	: Solanales
Famille	: <i>Solanaceae</i>
Genre	: <i>Solanum</i>

I.1.1. Importance de l'aubergine

Son poids frais est composé de 92,7 % d'eau, de 1,4 % de protéines, de 1,3 % de fibres, de 0,3 % de lipides, de 0,3 % de sels minéraux, les 4 % restant regroupant d'autres carbohydrates et des vitamines (Khan, 1979). Elles contiennent les vitamines B et C et les traces de calcium, de fer, de phosphore (Mahfouz, 2021).

Les fruits sont très importants dans le traitement et la prévention de certaines maladies et participent grandement dans les processus métaboliques de l'être humain. Ses fibres contribuent beaucoup dans le processus de digestion en stimulant les intestins et l'évacuation des déchets.

L'aubergine a été utilisée en médecine traditionnelle. Par exemple, des extraits de tissus de l'aubergine peuvent être utilisés pour le traitement de l'asthme, de la bronchite, du choléra et de la dysurie ; les fruits et les feuilles sont bénéfiques pour abaisser le cholestérol sanguin (Khan, 1979).

I.1.2. Production des aubergines

I.1.2.1. Production des aubergines dans le monde

En 2018, la production mondiale d'aubergine s'élevait à plus de 54 millions de tonnes dont le premier pays producteur était la Chine (FAOSTAT, 2020).

Le tableau 1 donne les différents légumes cultivés au monde par ordre décroissant exprimés en million de tonnes M(t).

Tableau 1: Légumes les plus couramment cultivés et produits mondialement

2018		
No	Production des légumes	M(t)
1	Légumes frais NDA	298
2	Tomates	182
3	Oignons secs	97
4	Concombres et cornichons	75
5	Choux et autres Brassicaceae	69
6	Aubergines	54
7	Carottes et navets	40
8	Piments doux et piments forts frais	37
9	Ail	28
10	Citrouilles, courges et potirons	28

11	Laitue et Chicorée	27
12	Choux fleurs et brocolis	27
13	Epinards	26
14	Haricots frais	25
15	Pois frais	21
16	Maïs frais	12

Source : FAOSTAT (2020)

I.1.2.2. Production des aubergines en Afrique

Solanum aethiopicum est la deuxième aubergine la plus cultivée en Afrique après l'espèce *Solanum melongela*. Sa production en Afrique a considérablement augmenté passant de 606 672 tonnes en 1994 à 2.079 920 tonnes en 2018 (FAO & UNICEF, WFP and WHO, 2018).

I.1.2.3. Production des aubergines au Burundi

Au Burundi, les aubergines localement appelés « intore » occupent une place de choix et contribuent dans les sources de revenus de certains agriculteurs. Les tomates sont considérées les plus génératrices de revenus chez les agriculteurs, par rapport aux aubergines et les choux sur la liste établie par la FAO et Minagrie, (2013). (Fig.1).

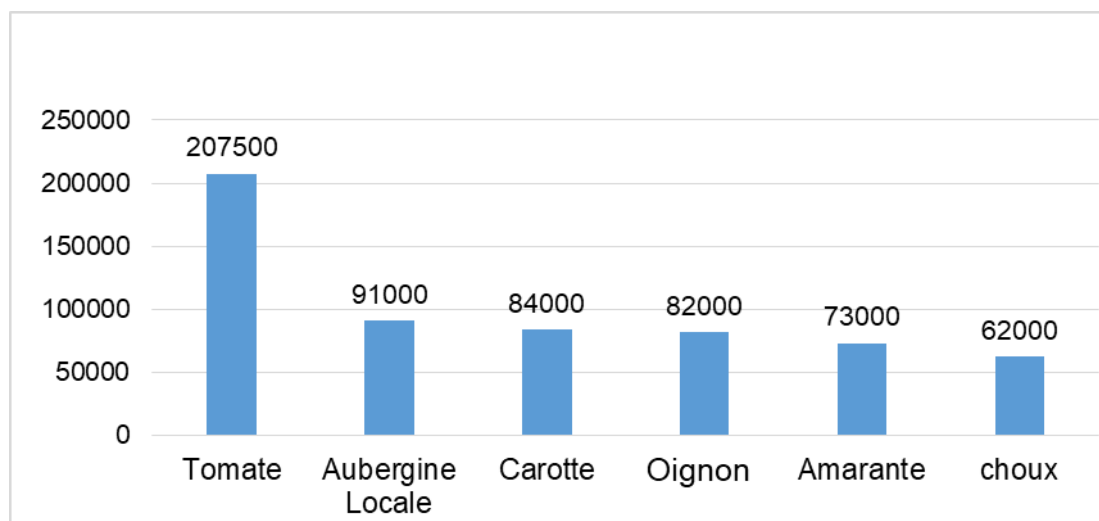


Figure 1: Revenus moyens par légume au Burundi.

I.1.3. Maladies et bio-agresseurs de l'aubergine

Les maladies de l'aubergine sont caractérisées par le flétrissement bactérien, la pourriture sèche du collet et la galle des nématodes. Parmi les ravageurs de l'aubergine, il y a des criquets puants, des foreurs de fleurs et des chenilles.

I.2. Généralités sur les mouches de fruits

I.2.1. Description

La famille des Tephritidae est l'une des grandes familles de l'ordre des Diptères avec environ 4200 espèces décrites dans presque 500 genres (Foote et *al.*, 1993). Dans cette famille, il y a les espèces frugivores et les espèces non frugivores. Les espèces non frugivores regroupent les espèces dont le substrat alimentaire des larves est constitué par les parties de plantes autres que les fruits charnus. Les espèces frugivores ont des larves qui se développent dans les fruits charnus. Ces dernières représentent 38% des espèces des Tephritidae (White et Elson-Harris, 1992).

Les ailes de la plupart des espèces sont représentées avec des rayures ou des tâches jaunes, brunes ou noires et dans certains cas une combinaison des deux. Les femelles de la plupart des espèces insèrent leurs œufs sains dans des cavités vivantes du tissu végétal. Les larves vivent et se nourrissent dans les tiges, les feuilles, les fruits ou les graines (Christenson et Foot, 1960).

I.2.2. Systématique

Selon Ouedraogo (2011) la nomenclature scientifique des mouches de fruits est libérée comme suit :

Classe	: Insectes
Ordre	: Diptères
Sous ordre	: Brachycères
Infra ordre	: Muscomorpha (Cyclorrhapha) ;
Section (Division)	: Schizophora
Super famille	: Tephritoidea
Famille	: Tephritidae

I.2.3. Cycle biologique

Les œufs déposés par les femelles sur la plante hôte éclosent au bout de 2-3 jours si les conditions sont normales avec une température de 25°C et 75% d'humidité relative. Si les conditions ne sont pas favorables, certaines espèces de la sous-famille des Dacinae, peuvent connaître une diapause facultative où les adultes se réfugient dans des endroits favorables et demeurent dans une phase d'immaturité sexuelle (Hancock, 1985). A l'éclosion, 3 stades larvaires se succèdent et durent 5-15 jours avant de se transformer en pupes (8-12 jours). Les adultes émergés peuvent vivre 40-90 jours (Vayssières *et al.*, 2008 a).

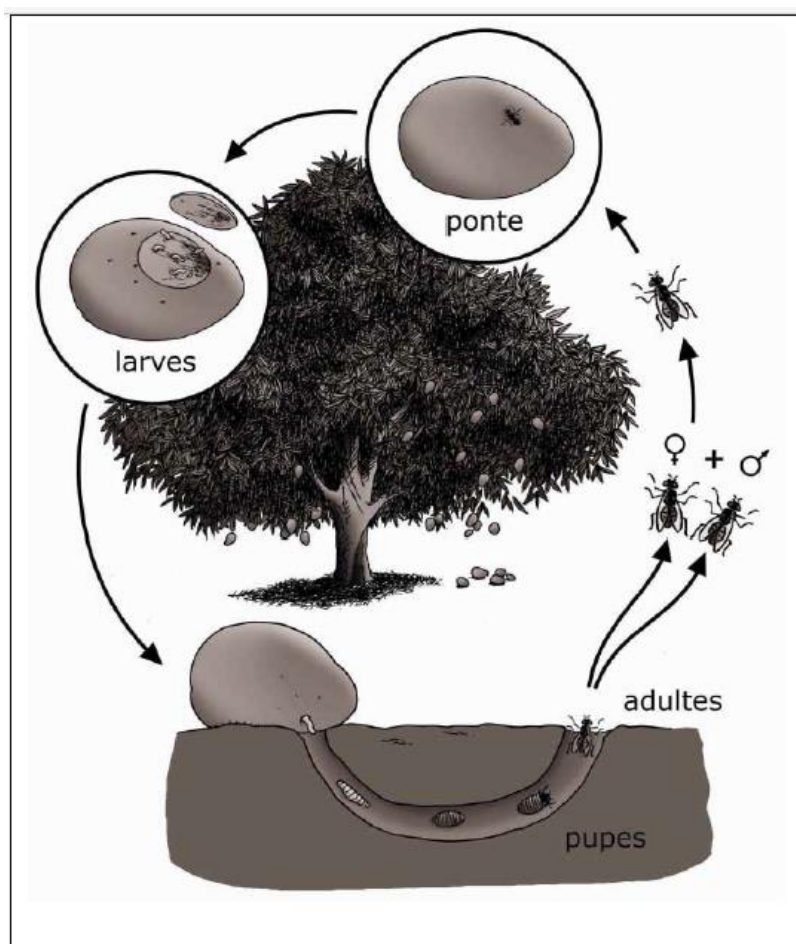


Figure 2: Cycle de développement des Tephritidae carpophages (Ouedraogo, 2011).

I.2.4. Ecologie

Les facteurs abiotiques et biotiques peuvent influencer directement ou indirectement la distribution spatio-temporelle des populations de mouches de fruits. Il s'agit entre autres de la température et de l'humidité comme facteurs abiotiques ainsi que la disponibilité des plantes hôtes, les ennemis naturels et la compétition inter et intra-spécifique comme facteurs biotiques.

➤ L'humidité

Généralement, en conditions naturelles, l'influence de l'humidité sur le stade embryonnaire et les stades larvaires est certainement davantage modulée par le fruit hôte que par les conditions climatiques (Duyck, 2005). Mais, une faible humidité relative entraîne généralement une forte mortalité des pupes dans le sol et réduit par conséquent le taux d'émergence des adultes (Gomina, 2015).

L'humidité agit sur l'abondance des populations de Tephritidae à travers la réduction de la fécondité des adultes femelles en période sèche et par la forte mortalité des adultes nouvellement émergés dans des conditions sèches (sol sec et atmosphère à faible humidité relative) (Ouedraodo, 2011).

➤ La température

La fécondité des mouches est rendue possible pour les températures comprises entre 25 et 30°C. L'oviposition quant à elle est efficace lorsque la température du milieu est comprise entre 9°C et 16°C pour différentes espèces. L'oviposition est plus faible pendant les périodes les plus chaudes de la journée (Nishida et Bess, 1957).

La température a une influence très importante sur le développement et la survie des Tephritidae. Les faibles températures rallongent le développement des stades pré-imaginaux; alors que les températures élevées réduisent la durée de leur développement. Par exemple les durées totales de développement de *B. cucurbitae* sur les concombres étaient de 13h lorsque les conditions climatiques sont à 30°C et 44h lorsque les conditions sont soumises à une température de 15°C (Vayssières *et al.*, 2008a).

➤ **Disponibilité des plantes-hôtes**

Les plantes-hôtes sont celles dont les fruits servent de support de ponte et de développement des larves des mouches des fruits. Mais il y a pour quelques espèces de Dacinae, des plantes-hôtes qui peuvent servir aussi bien pour l'alimentation et l'accouplement que pour l'oviposition (Drew et Romig, 2000).

Les mouches des fruits augmentent leur abondance lorsqu'ils sont polyphages, une caractéristique leur servant de passer d'une plante à une autre en cas d'absence d'une plante spécifique. Il existe des espèces monophages qui comprennent les espèces strictement associées à une seule espèce de plante-hôte, les espèces oligophages regroupant les espèces associées aux plantes appartenant à une seule famille ainsi que les espèces polyphages ou opportunistes associées aux espèces de plantes appartenant à plusieurs familles (May et Ahmad ; 1983).

La qualité du fruit hôte influe sur le développement des stades pré-imaginaux avec une répercussion sur la quantité (effectif) et la qualité (taille des adultes). Après la ponte, le développement des larves issues de l'éclosion des œufs est complètement dépendant des ressources (quantité et qualité de nourritures) disponibles dans le fruit (Muthuthantri, 2013). Toutes les espèces ont besoin d'hydrates de carbone comme source d'énergie et d'eau pour survivre. En plus de cela, la plupart des espèces ont besoin d'une diversité de substances nutritives y compris des substances protéiniques pour atteindre la maturité sexuelle (Ouegraogo, 2011).

➤ **Ennemis naturels**

La sous-famille des opiinae (Hymenoptera : Braconidae : Opiinae) comprennent les principaux ennemis naturels des mouches de fruits. Les opiinae sont koïnobiontes des téphritides frugivores et sont surtout connus pour leur utilisation comme agents classiques de leur lutte biologique (Waterhouse, 1993).

✓ **Parasitoïdes**

Les parasitoïdes sont des insectes dont les femelles pondent dans l'insecte hôte et dont les larves issues des œufs se nourrissent à l'extérieur ou à l'intérieur de l'hôte et qui finissent par le tuer au cours de son développement (Waage, 1992). La durée relative de l'interaction entre l'hôte et le parasitoïde permet de distinguer les espèces idiobiontes et koïnobiontes. Les espèces idiobiontes tuent et exploitent rapidement leurs hôtes. Les Koïnobiontes permettent à leur hôte de continuer plus ou moins normalement leur développement avant de succomber sous l'effet du développement parasitaire et n'injectent aucun venin à leurs hôtes au moment de la ponte (Askew et Shaw, 1986).

✓ **Prédateurs**

Les prédateurs des mouches de fruits les plus importants sont des fourmis tisserandes de l'espèce *Oecophylla longinoda* et *Fopius arisanus* (Ouedraogo, 2011).

A part de ces deux types d'ennemis naturels, il y a des microorganismes pathogènes qui sont des champignons et bactéries souvent associés à la mortalité des larves et des pupes, bien qu'il ne soit pas toujours possible de déterminer si l'infection est la cause de la mortalité (Fletcher, 1987).

➤ **Compétitions intra-interspécifiques**

Avec des ressources limitées, la compétition intraspécifique limite l'augmentation de la taille de la population et réduit potentiellement la diversité génétique en raison de la dérive génétique. Par conséquent, la population est plus susceptible de disparaître lorsqu'elle est exposée à de nouveaux environnements (Bengtsson, 1989 ; Osmond et Mazancourt, 2013).

Deux types de compétition sont généralement reconnus à savoir la compétition par interférence et par exploitation. La compétition par exploitation se produit lorsque les ressources sont insuffisantes pour les larves et la compétition par interférence se produit lorsque certaines larves, par leur comportement, privent d'autres l'accès à la nourriture. Cette interférence entre les larves peut se manifester par des attaques physiques, par du cannibalisme ou par la suppression physiologique des autres larves (Duyck, 2005). La compétition interspécifique peut entraîner le déplacement d'une espèce par une autre. *Bactrocera dorsalis* en Afrique a notamment déplacé probablement les espèces indigènes de genre *Ceratitis* (Vayssières *et al.*, 2005).

I.2.5. Ethologie

Les tephritidae manifestent divers de comportement dans diverses activités quotidiennes et on peut citer : le comportement sexuel, le comportement de ponte, comportement alimentaire, comportement larvaire (Sivinski et Burk, 1989).

❖ Comportement sexuel

Généralement, le mâle se déplace d'abord vers une femelle potentielle et la tapote sur la cuticule avec ses pattes de devant ; si la femelle bouge, le mâle suit et fait vibrer une aile. Puis, quand la femelle s'arrête, le mâle tourne en rond autour d'elle, lui lèche les organes génitaux avec sa trompe et tente de s'accoupler (Revadi *et al.*, 2015).

Le comportement sexuel des mouches de fruits étudié par (Sivinski et Burk, 1989) a touché quatre domaines à savoir :

- Le comportement pré-copulatoire : comprend des mécanismes impliqués dans le rapprochement des sexes pour l'accouplement et sont liés au système d'accouplement. Il est principalement lié à l'emplacement du site et la communication entre les individus via des signaux visuels, chimiques et acoustiques (Drew, 1987). Les signaux visuels se réfèrent aux motifs distinctifs des ailes et à la caractéristique des mouvements d'ailes utilisés par les mâles pour attirer les femelles ou lors de parades agressives pour la défense du territoire ou ressources (Aluja *et al.*, 1983)
- Le comportement d'accouplement : les mâles sécrètent un attractif sexuel volatil et produisent un monticule de mousse qui agit comme un cadeau nuptial dont les femelles se nourrissent pendant l'accouplement (Pritchard, 1969).

- La sélection sexuelle : le système lek étant le lieu où se rassemblent certaines espèces pour leur parade nuptiale apparaît chez les mammifères, les oiseaux, les anoures, les poissons et les insectes (Höglund et Alatalo, 1995). Les systèmes d'accouplement Lek présentent quatre caractéristiques : (a) les mâles ne fournissent aucun soin parental et ne fournissent que des gamètes ; (b) les mâles sont spatialement regroupés dans les arènes d'accouplement (ou leks) ; (c) les mâles ne contrôlent pas l'accès aux ressources essentielles pour les femelles ; (d) les femelles sont libres de choisir leurs partenaires à l'arène. Là où les mâles défendent ou contrôlent l'accès aux ressources, telles que les sites de nourriture ou de ponte, le choix de la femelle peut être dirigé vers le phénotype mâle ainsi que les ressources contrôlées (Todd 2018).

❖ Comportement de ponte

La couleur du feuillage, la forme et la taille des arbres jouent un rôle important dans l'arrivée des mouches sur les arbres. Une fois arrivées sur la plante-hôte, elles vont choisir la partie de fruits sur laquelle où elles vont faire l'oviposition. Elles pondent sur les parties molles plutôt que sur les parties dures et aussi elles ont tendance à pondre sur les parties qui sont discontinues comme les points d'ouverture par les oiseaux ou par d'autres insectes mais aussi les anciens trous d'oviposition forés par des femelles (Ouedraogo, 2011). Contrairement aux espèces polyphages des fruits, *B. oleae* est un spécialiste qui infeste des champs de fruits de quelques espèces de la famille des Oleaceae. *B. oleae* réagit à l'odeur et à la couleur des fruits verdâtres, sphériques, gros et durs comparés aux fruits allongés, petits, mous et noirs (Malheiro *et al.*, 2015).

❖ Comportement alimentaire

L'alimentation est une activité essentielle à la survie et à la reproduction des mouches de fruits. Le comportement adopté à la recherche des aliments peut s'axer sur 3 domaines principaux à savoir la recherche de sites d'alimentation, la recherche de nourriture en termes généraux et le comportement alimentaire par rapport à la qualité des aliments et son effet sur la condition physique.

- La première catégorie comprend les observations du comportement de recherche pour localiser les sites d'alimentation et les descriptions systématiques des mouvements des mouches sur les plantes hôtes et non hôtes pendant que les mouches recherchent des protéines et des glucides (Hendrichs et Prokopy, 1990).

- La deuxième catégorie concerne l'effet de la qualité des aliments ingérés lors de la recherche de nourriture. Le temps de résidence sur les plantes hôtes est influencé par la qualité de la nourriture, et que les temps de manipulation et de transformation sont plus longs que le temps de recherche de nourriture (Hendrichs et Prokopy, 1990).
- La troisième catégorie concerne le comportement alimentaire autour de sources de nourriture naturelles.

I.2.6. Importance économique

La production de fruits et légumes reste l'un des sous-secteurs essentiels de l'industrie horticole pour le commerce international en Afrique grâce à la création d'emplois, à l'amélioration de la nutrition, la réduction de la pauvreté et à l'amélioration des recettes en devises (Weinberger et Lumpkin, 2007).

Les mouches de fruits rendent les fruits malsains à la consommation et à leur commercialisation à cause des femelles qui pondent dans les fruits frais, ce qui occasionnera leur pourriture (Badii *et al*, 2015). Ces mouches pèsent énormément sur la production des fruits et des légumes dans le monde entier et entraîne une barrière sur le commerce des produits alimentaires frais, les mesures de quarantaine et le mode d'éradication étant plus coûteux (Christenson et Foot, 1960,). En 2008, l'avocat infecté par *B. invandens* a causé une perte de 1,9 millions de dollars au Kenya suite aux mesures de quarantaine imposées par l'Afrique du Sud (USDA-APHIS, 2008).

La Mozambique a aussi encaissé une perte de 35 000 t de fruits exportés par an estimée à une valeur de 17,5 millions de dollars américains suite à la présence de *B invandens*. L'Afrique du sud a fermé ses marchés aux fruits frais de la partie nord du pays en raison de la présence de cette espèce. A cet effet, Vanduzi Company de la province centrale de Manica en Mozambique a perdu une somme de 1,5 millions de dollars américains suite aux restrictions de quarantaine à l'exportation de divers fruits frais et légumes (Cuqala *et al* ,2009)

❖ **Dommmages externes :**



A Concombre



B Tomate

❖ **Dommmages internes**

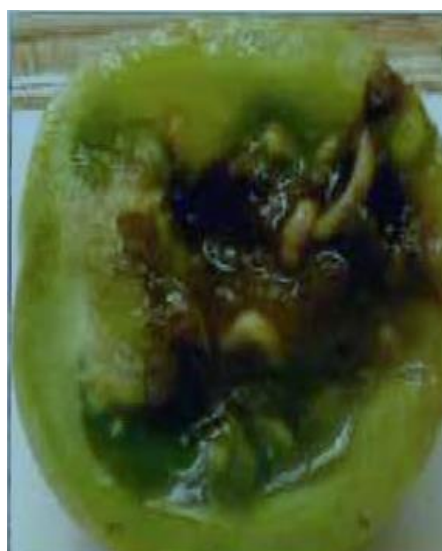


Figure 3: Dommmages causés par les mouches de fruits (Ekesi et Billah,2007).

I.2.7. Méthode de Lutte contre les mouches de fruits

Différentes méthodes de lutte contre les mouches de fruits ont été décrites dans IAEA (2003). Ces méthodes sont entre autres la lutte prophylactique, la lutte chimique, l'hygiène du verger, la lutte autocide et la lutte biologique. Toutes ces méthodes visent à réduire de façon significative les effectifs des populations des mouches de fruits se trouvant dans un milieu donné. Les méthodes de lutte doivent débiter tôt, dès la formation des jeunes fruits pour minimiser les dommages.

➤ La lutte prophylactique

Elle consiste à ramasser les fruits tombés/infestés et à les mettre dans un sac plastique que l'on place au soleil après l'avoir fermé hermétiquement. Après 48 heures, les larves seront mortes et les fruits seront jetés dans des poubelles (Vayssières et *al.*, 2009a).

➤ Lutte chimique

Pour venir à bout de ces insectes nuisibles, la pulvérisation des insecticides chimiques de synthèse est généralement la solution la plus commune et de premier recours dans toutes les régions. Mais ces insecticides tuent les mouches de fruits et d'autres insectes dont les auxiliaires dans la lutte biologique conférant à cette méthode de lutte un impact environnemental négatif. Un autre point expliquant l'inefficacité de cette méthode est qu'il peut y avoir le risque d'intoxication auprès des producteurs et des consommateurs, ainsi que les faibles limites maximales de résidus des pesticides sur les produits agricoles fixés sur les marchés d'exportation (Ouedraogo, 2011).

➤ L'hygiène du verger

L'assainissement des vergers est une technique qui empêche les larves de mouches de fruits de se développer ou qui séquestre les jeunes mouches adultes émergentes afin qu'elles ne puissent pas retourner à la culture pour se reproduire. Mais les études ont démontré que seule une faible proportion de mouches a été tuées de cette manière (Vargas et *al.*, 2008).

➤ **Lutte autocide**

La technique de l'insecte stérile ("Sterile Insect Technique") utilisée dans la lutte contre les mouches de fruits consiste à élever en masse des mâles du ravageur-cible qui seront stérilisés et lâchés dans la zone de lutte afin qu'ils s'accouplent avec des femelles sauvages qui pondront ensuite des œufs sans embryon non viables (Ouedraogo, 2011).

➤ **La lutte biologique**

Cette lutte fait appel à l'usage des parasitoïdes. Les fourmis tisserandes (*Oecophylla longinoda*), de diverses espèces de parasitoïdes dont *Fopius arisanus* sont le plus souvent utilisées dans le cadre de contrôle biologique classique des mouches de fruits

I.2.8. Les mouches de fruits en Afrique

La faune africaine comprend près de 1000 espèces de mouches de fruits décrites. Plus de 50 d'entre eux ont un impact économique sur les fruits (De Meyer et al, 2012). Elles sont réparties en trois genres : *Bactrocera macquart*, *Ceratitis macLeay* et *Dacus mabricius* (White et Elson-Harris 1992). En 2003, *Bactrocera dorsalis* a envahi l'Afrique en provenance de l'Inde. A part l'espèce *B. dorsalis*, d'autres espèces de *Bactrocera* d'origine asiatique telles que *Zeugodacus cucurbitate* (Coquillett), *Bactrocera zonata saunders* et *Bactrocera latifrons* (Hendel) ont également été introduits en Afrique continentale (De Meyer et al. 2007 ; Mwatawala et al. 2010).

I.2.9. Les mouches de fruits au Burundi

Au Burundi, les recherches sur les mouches de fruits ont débuté en 2009 sous l'initiative de l'Office Burundais pour la protection de l'Environnement avec le soutien du Musée Royal de l'Afrique Centrale (MRAC) de Tervuren, Belgique. Dans cette étude, 24 mouches de fruits ont été identifiées. Elles appartiennent aux genres *Bactrocera*, *Dacus*, *Bistrispinaria*, *Trirhithrum*, *Perilampus*, *Ceratitis* et *Zeugodacus*. *B. dorsalis* et *Z. cucurbitae* sont exotiques (Ndayizeye et al. 2017).

II.1.1. Caractéristique écologique des sites d'étude

La zone Ngagara, une des zones de la commune Ntahangwa, est occupée en majeure partie par une aire d'habitations et une zone industrielle. Le champ d'aubergine où nous avons mené notre étude est installé à côté des parcelles exploitées en arbres fruitiers comme les manguiers, les citronniers, les orangers et les avocatiers ainsi que les légumes à savoir les amarantes, les tomates et les oignons. Cependant, ces champs étaient utilisés comme un verger d'essais agricoles pour des recherches dans le cadre du projet maraîcher au MEAE. Malgré tout, le champ d'aubergines n'était soumis à aucune protection contre les insectes ravageurs ou tout autre entretien en vue d'une bonne croissance.

L'autre site se trouve à Ruziba en commune Kanyosha où le champ se trouve au bord de la rivière Mugere. Dans ce cours d'eau et ses abords, les activités principales sont l'extraction du sable de construction et l'exploitation des terrains en cultures vivrières. Ces cultures étaient les bananes, le manioc, le riz, les aubergines, les tomates et les amarantes. Ici le champ d'aubergines où s'est déroulée notre étude était protégé par le propriétaire. Il faisait une visite de 3 à 4 jours par semaine pour le sarclage afin de lutter contre les mauvaises herbes et utilisait les amendements chimiques tels que « Iron clerate fertilizer » et « Bio growth ».

II.1.2. Température

L'étude a été réalisée dans la plaine de l'Imbo, l'une des onze régions naturelles du Burundi. La plaine de l'Imbo est une zone de basse terre avec une altitude comprise entre 774 -1100 m et une plage de température de 24°C à 28°C avec une pluviométrie moyenne annuelle de 800-1100 mm (IGEBU 2013).

II.1.3. Morphologie, géologie et pédologie

Morphologiquement, la zone écologique de l'Imbo est une plaine sédimentaire lacustre et fluviale avec au sud des dépôts d'alluvions. Du point de vue géologique, le relief de la plaine est un des résultats des épisodes d'effondrements de la fin du Tertiaire qui ont abouti à la configuration actuelle du graben. Du point de vue pédologique, les sols de la plaine de l'IMBO sont d'origine à la fois lacustre et fluviale, essentiellement alluvionnaires mais parfois sablonneux avec une grande richesse en sels minéraux mais à teneur variable en humus, d'où une fertilité bonne, variable d'autant plus que les sols sont diversifiés en fonction de la richesse en sels minéraux et de la profondeur des horizons pédologiques (De Cliff et Harerimana, 2013).

II.2. Matériel et Méthodes

II.2.1. Collecte des échantillons

Le piégeage a été fait au moyen d'un piège de type McPhail. C'est un dispositif qui comporte une cuvette jaune à la base évasée avec une ouverture que surmonte un boîtier transparent comportant 4 nacelles à la partie supérieure servant de support (fig.4). Un attractif alimentaire riche en protéine appelé *Torura yeast* a servi d'appât au cours de cette investigation.

Dans le couvercle est versé 200 ml de solution. La solution est constituée par un mélange d'eau et l'appât alimentaire suivant les proportions d'1 litre contre 4 tablettes de *Torura yeast* qui sont sous forme de comprimés.

Au total 8 pièges ont été utilisés en raison de 4 pièges pour chaque site d'étude. Le piège était suspendu sur un support en bois à 1,30 m du sol pour empêcher toute activité prédatrice des fourmis tisserands. Les pièges étaient distants de 12 m l'un de l'autre conformément aux directives de piégeage décrites par IAEA (2013). Cette distance permet d'éviter les interférences entre les pièges qui peuvent commencer à partir de 10m. Cette distance d'attraction par l'appât alimentaire *Torura yeast* peut arriver jusqu'à 30 m (Mcquate et Peck, 2001)

Le piégeage a duré 4 mois, 2 mois correspondant à la période pré-récolte et 2 mois correspondant la période post-récolte pour chaque site. La période pré-récolte était divisée en deux périodes : période de croissance et période de maturation. La période de croissance allait à la période du stade de pré-floraison jusqu'à l'apparition des premières aubergines immatures. La période de maturation correspondait à la période où les aubergines étaient prêtes à être récoltées Mziray (2010).

La période post-récolte commence avec le changement de couleur des aubergines de vert à jaune-orangé qui tend vers le rouge marquant le stade avancé de maturité. Au site Ngagara, le piégeage a été fait de février à mai 2021 (4 mois) où la période pré-récolte était composé par la période de croissance du (10/02/2021 au 03/03/2021) et la période de maturation (10/03/2021 au 31/03/2021).

La période post-récolte est allée du 07/04/2021 au 19/05/2021. Au site Ruziba le piégeage s'est déroulé d'août à Novembre 2021 (4 mois). La même technique a été faite au site Ruziba où les périodes ci-hauts citées ont été considérées. La période de croissance allait du 05/08/2021 au 26/08/2022, la période de maturation du 02/09/2021 au 30/09/2022 et la période post-récolte s'est déroulée du 07/10/2022 au 25/11/2022.



Figure 5: Piège de type MacPhail (Munyempundu 2022)

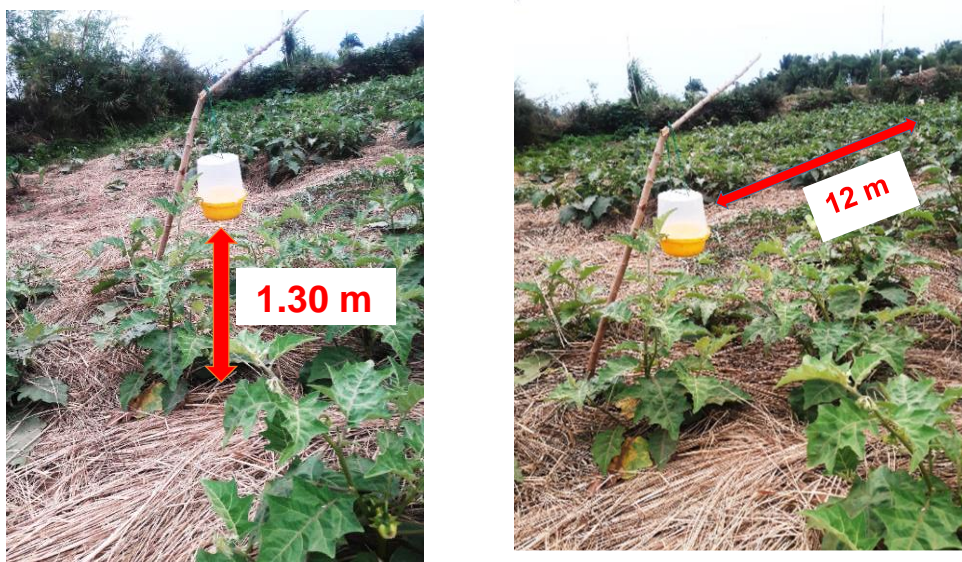


Figure 6: Pièges de type McPhail dans les sites d'étude (Photos, Munyempundu 2022)

II.2.2. Collecte de mouches des fruits dans les pièges

La collecte des de mouches des fruits prises par les pièges se faisait une fois la semaine vers le coucher du soleil. La solution se trouvant dans le piège était filtrée afin de récupérer les mouches capturées. Les spécimens ont été mis dans des flacons contenant de l'alcool à 70% de concentration. Chaque flacon avait une étiquette sur laquelle étaient mentionnés : le nom du site, nom du collecteur, période de collecte et la date de collecte. Tous les individus des autres espèces ne faisant pas objet de cette étude n'ont pas été considérés.

II.2.3. Identification des espèces

Les spécimens récoltés ont été identifiés au microscope à l'aide de la clé d'Ekesi et Billah (2007).

CHAPITRE III : PRESENTATION DES RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Présentation des résultats

III.1.1. Diversité spécifique des mouches de fruits dans les sites d'étude

Au cours de cette recherche, 394 individus de mouches de fruits ont été capturés. Le site Ngagara comptait 255 individus soit 64,72% et le site Ruziba 139 individus soit 35,28%. Les individus capturés appartenaient respectivement à 3 espèces de *Bactrocera* : *B. latifrons*, *B. dorsalis*, *B. bigutulla* et l'espèce *Zeugodacus cucurbitae*. L'espèce *B. latifrons* est la plus abondante. Les mouches de fruits sont abondantes lorsqu'il y a présence d'aubergines que lorsque les aubergines ont été récoltées (fig 7).

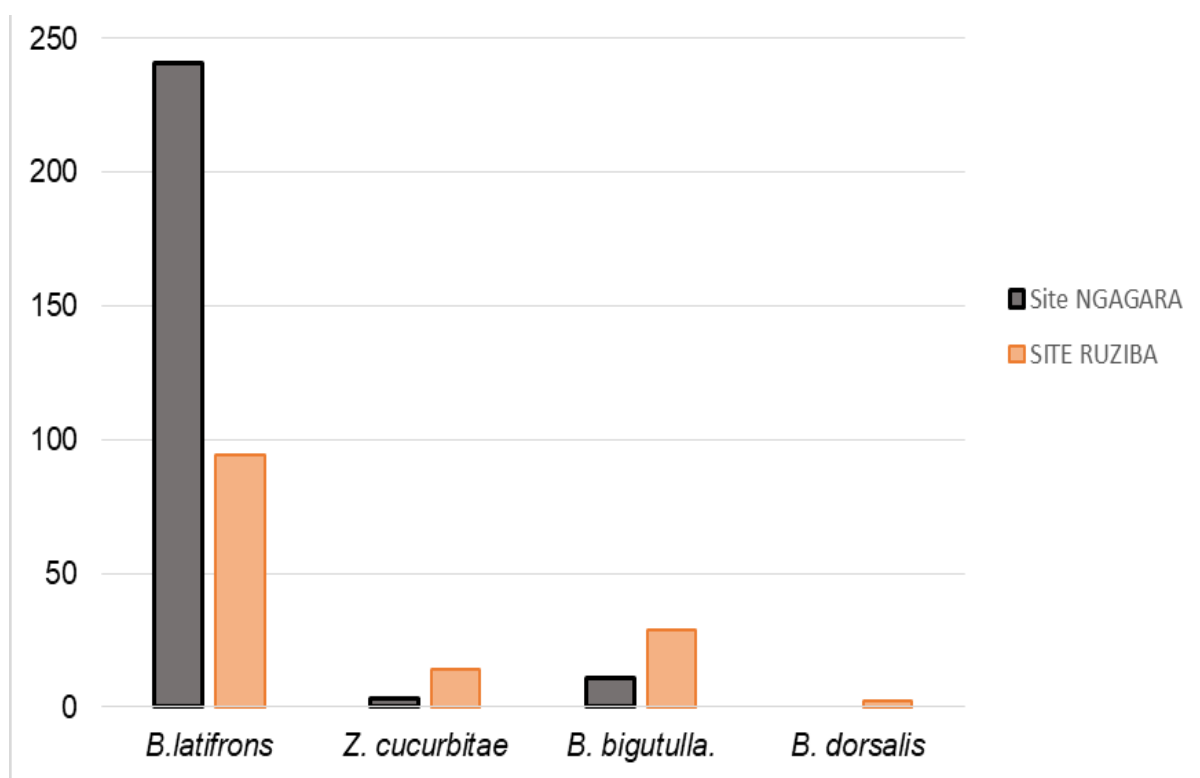


Figure 7: Abondance des espèces de mouches des fruits dans les sites d'étude.

Les résultats obtenus au site Ngagara montrent une forte dominance de l'espèce *B. latifrons* sur les espèces *B. dorsalis*, *Z. cucurbitae*, *B. bigutulla*. *B. latifrons* compte 241 individus soit 94,5 % suivi par *B. bigutulla* avec un effectif de 11 individus soit 4,31% et enfin *Z. cucurbitae* est moins représenté avec 3 individus soit 1,17%.

Les résultats du site Ruziba manifestent aussi une dominance de l'espèce *B. latifrons* sur les autres espèces capturées. Pour ce site, l'espèce *B. latifrons* présente un effectif de 94 individus soit 67,62%, suivie par l'espèce *B. bigutulla* avec un effectif de 29 individus soit 20,86%, puis *Z. cucurbitae* représenté par 14 individus soit 10,07% et enfin l'espèce *B. dorsalis* avec que 2 individus soit 1,43%.

III.1.2. Dynamisme des mouches de fruits en fonction de l'état phénologique des aubergines

▪ Site Ngagara

Toutes les espèces sont plus abondantes avant la récolte qu'après la récolte. *B. latifrons* est représenté par une population plus élevée que les autres pendant et après la récolte. Sur 241 individus de *B. latifrons*, 192 ont été capturés avant la récolte, et 49 l'ont été après la récolte des aubergines. De même pour l'espèce *B. cucurbitae*, il y avait 2 individus avant la récolte et 1 individu après la récolte des aubergines. *B. bigutulla*, sur 11 individus capturés, 8 ont été capturés avant la récolte et les 3 autres après la récolte.

La figure 8 illustre l'abondance des mouches des fruits en fonction de la période d'avant la récolte et après la récolte.

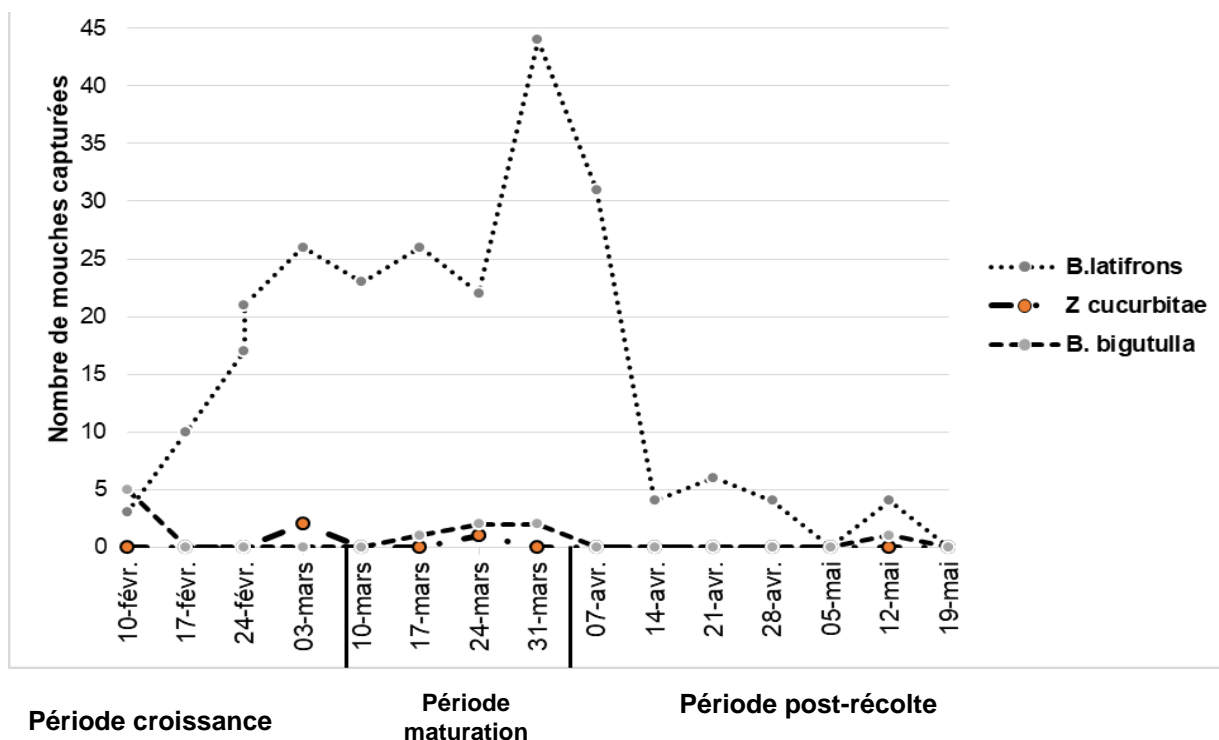


Figure 8: Abondance des espèces de mouches des fruits au site Ngagara selon la période de la récolte

B. latifrons la plus dominante au site Ngagara connaît une croissance de sa population pendant la période de maturation. La fin de cette période est marquée par le changement de couleur des fruits qui tendent à prendre une couleur rouge ou jaune-orange. Cette croissance en effectif continue dans la période post-récolte. Dans cette période, l'effectif reste constant lors des premiers jours après la récolte bien que ça ne dure longtemps.

❖ **Site Ruziba**

Pendant la période d'avant récolte d'aubergines, le nombre d'individus est supérieur à celui capturé après la récolte.

L'espèce *B. latifrons* est aussi plus dominante sur les autres mouches capturées au site Ruziba. Le grand nombre de mouche de fruits ont été enregistrées dans la période de maturation et dans les premiers jours d'après la récolte (fig 9). *B. bigutulla* a été abondante dans la période d'après récolte.

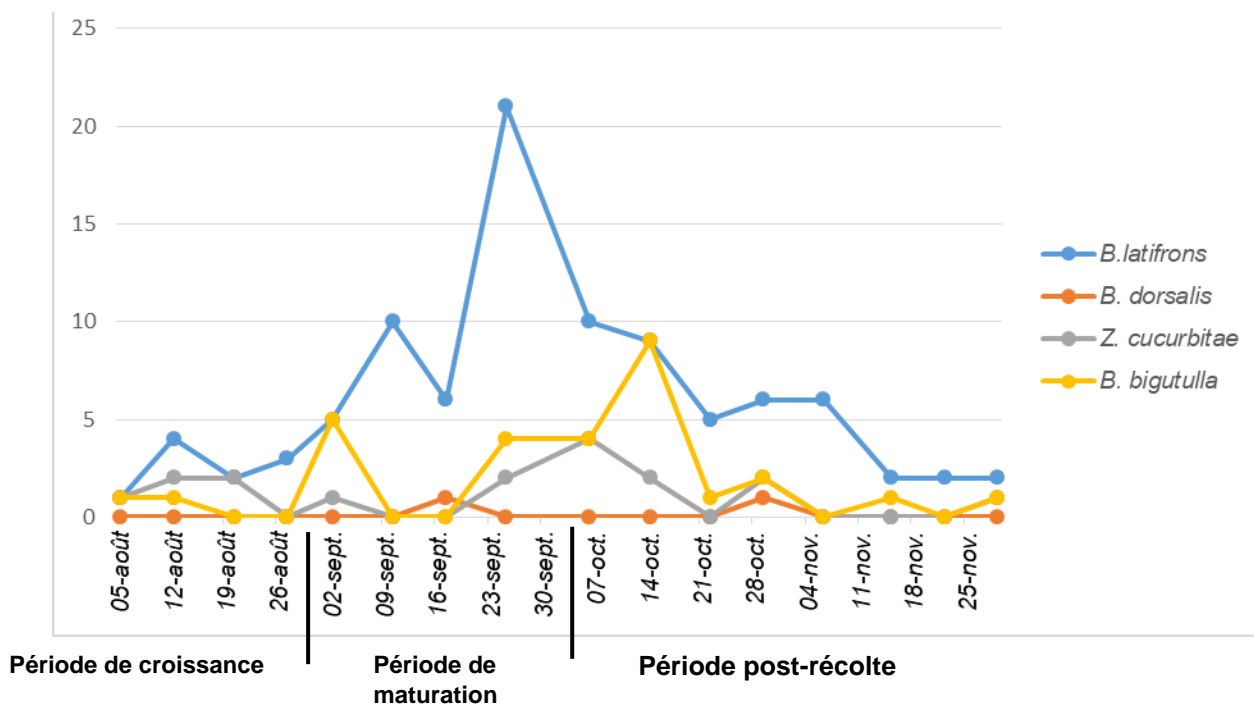


Figure 9: Abondance des espèces de mouches des fruits au site Ruziba selon la période de la récolte

III.2. DISCUSSION

Diversité spécifique des mouches de fruits dans les sites d'étude

Dans notre étude, un total de quatre espèces de mouches de fruits a été trouvé au site Ngagara et au site Ruziba. Il s'agit de *Bactrocera latifrons*, *B. dorsalis*, *Zeugodacus cucurbitae* et *B. bigutulla*.

B. dorsalis et *Z. cucurbitae* avaient déjà été recensées en 2009 à Kigwena au sud-ouest du Burundi (Ndayizeye et al, 2017). Selon cet auteur, *B. latifrons* était la troisième espèce de mouche de fruits envahissante identifiée au Burundi plus précisément à Kirundo au nord du pays.

B. latifrons est plus abondante par rapport aux autres espèces trouvées dans notre zone d'étude probablement suite à la présence de l'aubergine servant de plante-hôte principale à l'espèce. Par ailleurs, les *Solanaceae* sont une famille convoitée par *B. latifrons* même si elle a été rarement placée dans la famille des cucurbitaceae (White & Elson-Harris 1994 ; Liquido et al. 1994).

Z. cucurbitae a été retrouvée dans les deux sites d'étude mais elle était moins abondante que *B. latifrons*. C'est une espèce de mouche de fruits capable d'infester plus de 150 espèces de plantes, la famille des cucurbitaceae et la famille des *Solanaceae* leur servant respectivement d'hôte principal et d'hôte alternatif (Dhillon et al. 2005).

B. dorsalis a été enregistrée seulement au site Ruziba. Elle est polyphage et peut infester plus de 20 espèces de fruits parmi lesquels la mangue qui apparaît comme sa principale plante hôte (N'Dépo et al, 2020). Cette espèce de mouche de fruits a été également trouvée en Tanzanie par Mwatawala et al. (2010) dans une étude couvrant 13 régions du territoire (Iringa , Kagera, Mbeya, Arusha, Coast, Dar Es Salam, Kilindjalo, Tanga, Mwanza, Dodoma, Shinyanga, Tabora, Singida), où elle était représentée par un nombre très réduit de spécimens.

Enfin, l'espèce *B. bigutulla* identifiée à travers notre étude était la deuxième espèce la plus abondante après *B. latifrons*. Appelée aussi *B. olea*, c'est une espèce dont les plantes hôtes principales sont des *Oleaceae* (*Olea europaea*, *O. capensis*, *O. woodiana*) (da Costa. et al 2018) non indigènes du Burundi. Sa présence dans le champ d'aubergine n'avait pas encore été mise en évidence par d'autres auteurs; les *Solanaceae*, en particulier les aubergines, auraient été leurs hôtes alternatifs ou elle aurait été nouvellement introduite dans le pays.

❖ **Dynamique des mouches de fruits**

Notre étude montre que l'abondance des mouches de fruits était plus élevée pendant la période pré-récolte que pendant la période post-récolte. La période de maturation est caractérisée par le changement de couleur du vert au jaune-orangé ou rouge vif connaît une augmentation des mouches de fruits dans la période post-récolte dans ses premiers jours. Les couleurs attirant les mouches de fruits ont été mises en évidence par Robacker *et al.* (1990) où ils ont trouvé que la couleur verte et la couleur jaune que portaient les pièges de type Machphail ont enregistré beaucoup de mouches de fruits comparés à d'autres couleurs présentes. Le même constat a également été fait par Mwatawala *et al.* (2010) où dans la période de maturation ils ont capturé beaucoup de mouches de fruits et ils ont émis une hypothèse selon laquelle les couleurs vives attireraient les femelles pour y pondre des œufs et aussi pour se nourrir.

Les aubergines mûres qui duraient longtemps dans le champ sans être récoltées occasionnaient l'accroissement du nombre de l'espèce *B. latifrons*. Les aubergines vertes n'avaient pas beaucoup de populations comparées à celles du stade de maturation. Ces résultats rappellent ceux de Rattanapun *et al.* (2021) où en plantant l'aubergine dans des cages protégées, ils ont récolté leurs fruits à des dates différentes. En incubant ces derniers, ceux qui n'étaient mûrs avaient peu de larves par rapports aux aubergines mûres.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Notre étude s'est penchée sur l'abondance des espèces de mouches des fruits dans deux sites occupés par des champs d'aubergine de la plaine de l'Imbo. Quatre espèces de mouches de fruits dont trois (3) appartenant au genre *Bactrocera* à savoir *B. latifrons*, *B. bigutulla* et *B. bigutulla* et un autre genre *Zeugodacus* représenté par l'espèce *Zeugodacus cucurbitae* ont été recensées.

B. bigutulla a été une autre mouche de fruit exotique identifiée au Burundi par la présente étude. *B. latifrons* était l'espèce la plus abondante dans tous les sites échantillonnés, suivie par *B. bigutulla* ; puis par *Z. cucurbitae*. L'espèce *B. dorsalis* n'a été observée qu'au site de Ruziba. Les deux sites sont presque similaires concernant leur composition spécifique.

Par ailleurs, l'étude a mis en évidence que la période la plus favorable à la prolifération des mouches de fruits dans les champs d'aubergines des deux sites était la période de maturation et les premiers jours de la période post-récolte.

Compte tenu des résultats obtenus dans cette étude, nous pouvons émettre quelques recommandations :

- Notre étude ne s'est limitée que dans la plaine de l'Imbo et le piégeage des mouches de fruits pour les deux sites Ngagara et Ruziba a été effectué dans des périodes saisonnières de l'année différentes, il serait intéressant d'effectuer d'autres études sur les aubergines en couvrant toutes les régions naturelles et toutes les saisons ;
- Les agriculteurs devraient récolter les aubergines mûres avant qu'elles ne prennent les couleurs vives attirant les mouches de fruits ;
- Il faudrait adopter une méthode de lutte contre les mouches de fruits la moins coûteuse ne demandant que l'attention en appliquant la méthode d'hygiène des vergers pour diminuer la propagation de ces mouches de fruits.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aftab H. M., Leblanc L., Mahfuza, M., Bari A., and Khan S. A., (2019): Seasonal Abundance of Economically Important Fruit Flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) in Bangladesh, in Relation to Abiotic Factors and Host Plants, *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society* (2019) 51(2):25–37
- Alam, I.; Salimullah, M. (2021). Genetic Engineering of Eggplant (*Solanum melongena* L.): Progress, Controversy and Potential. *Horticulturae*, 7, 78. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7040078>
- Aluja, M., M. Cabrera, and J. Hendrichs. 1983. General behavior and interactions between *Anastrepha ludens* and *A. obliqua* under seminatural conditions. I. Lekking behavior and male territoriality. In *Fruit Flies of Economic Importance* (R. Cavalloro, ed.), pp. 122–132. A.A. Balkema, Rotterdam. 642 pp.
- Argar, M., Astarkhanova, T.S., Pakina, E.N., Astarkhanov, I.R., Rimikhanov, A.A., Gyul'magomedova, S.A, Ramazanova, Z. M. & Rebouh N.Y. (2017). Survey of biological components efficiency on safety and productivity of different tomato cultivars. *Research. on Crops* 18 (2)
- Askew R. R. & Shaw M. R. (1986). Parasitoid communities: their size, structure and development. In: J. K. Waage & D. Greathead. (eds.), *Insect parasitoids*. Academic Press, London, 225-264.
- Badii K. B. Billah M. K.2, Afreh-Nuamah K.3, Obeng-Ofori D. 3 and Nyarko G.I (2015): Review of the pest status, economic impact and management of fruit-infesting flies (Diptera: Tephritidae) in Africa, *Journal Africa of Agricultural Reseah*, Vol.10(12), pp.1488-1498.
- Bengtsson, J. Interspecific competition increases local extinction rate in a metapopulation system. *Nature* 340, 713–715 (1989).
- Christenson et Foot, 1960, Christenson, L. D., Foote, R. H. 1960. Biology of fruit flies. *Annual. Review of Entomology* 5:171-92.
- Conti, MV, Guzzetti, L, Panzeri, D, De Giuseppe, R, Coccetti, P., Labra, M., Cena, H. (2021) Bioactive compounds in legumes: Implications for sustainable nutrition and health in the elderly population, *Trends in Food Science & Technology*, Volume 117, Pages 139-147, ISSN 0924-2244, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.072>.

- Cugala D, José L, Mahumane C, Mangana S (2009) Fruit flies pest status, with emphasis on the occurrence of the invasive fruit fly, *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae) in Mozambique. Paper presented at the African Crop Science Society Conference, 2
- da Costa, L. T., Powell, C., van Noort, S., Costa, C., Sinno, M., Caleca, V., Rhode, c., Kennedy, R.J., Van Staden, M. & van Asch, B. (2018). The complete mitochondrial genome of *Bactrocera biguttula* (Bezzi) (Diptera: Tephritidae) and phylogenetic relationships with other Dacini. *International journal of biological macromolecules*, 126, 130-140.
- Dagfinn Aune, Edward Giovannucci, Paolo Boffetta, Lars T Fadnes, NaNa Keum, Teresa Norat, Darren C Greenwood, Elio Riboli, Lars J Vatten1 and Serena Tonstad; (2017): Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and allcause mortality—a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies, *International Journal of Epidemiology*, 1029–1056.
- De Cliff, S., & Harerimana, P. C. (2013). Extraction de l'Huile Essentielle Complète des Fleurs de *Cananga Odorata* de la Plaine de l'Imbo: Vers la Vulgarisation d'une Nouvelle Filière de Plante Industrielle au Burundi. *Revue de l'Université du Burundi-Série Sciences Exactes N° 28, S-De*.
- De Meyer M, Mohamed S, White IM (2007) Invasive fruit fly pests in Africa. Tervuren, Belgium, Royal Museum for Central Africa. <http://www.africamuseum.be/fruitfly/AfroAsia.htm> . Accessed 15 Sept 2015
- De Meyer M, Quilici S, Franck A, Chadhouliati AC, Issimaila MA, Yousoufa MA, Abdoul-Karime A-L, Barbet A, Attié M, White IM (2012) Records of frugivorous fruit flies (Diptera: Tephritidae: Dacini) from the Comoro archipelago. *Afr Invertebr* 53:69–77
- Dhillon, M. K., Singh, R., Naresh, J. S., & Sharma, H. C. (2005). The melon fruit fly, *Bactrocera cucurbitae*: A review of its biology and management. *Journal of insect science*, 5(1), 40.
- Dominika Glabska, Dominika Guzek, Barbara Groele and Krystyna Gutkowska, (2020): Fruit and Vegetable Intake and Mental Health in Adults: A Systematic Review, *Nutrients*, 12, 115.
- Drew R. A. I. & Romig M. C. (2000). The biology and behavior of flies in the tribe Dacini (Dacinae). In: Aluja M. & Norrbom A. L. (eds.), *Fruit Flies (Tephritidae): Phylogeny and Evolution of Behavior*. Florida, Boca Raton, 535-546.

- Drew, R.A.I. 1987. Behavioral strategies of fruit flies species of genus *Dacus* (Diptera: Tephritidae) significant in mating and host-plant relationship. *Bull. Entomol. Res.* 77: 73–81
- Duyck P. F. (2005). Compétition interspécifique et capacités invasives. Le cas des Tephritidae de l'île de La Réunion. Thèse de Doctorat, Université de la Réunion, Réunion, 93p.
- Ekesi S, Billah MK (2007) A field guide to the management of economically important Tephritid fruit flies in Africa. Icipe Science press second edition, Kenya
- Ekesi, S. (2010). What farmers do against Fruit flies. *The Organic Farmer*, 59, 2.
- FAO & UNICEF, WFP and WHO (2018): The State of Food Security and Nutrition in the World 2018. Building Climate Resilience for Food Security and Nutrition, pp. 1–200.
- FAO et CIRAD. 2021. Fruits et légumes - Opportunités et défis pour la durabilité des petites exploitations agricoles. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb4173fr>.
- FAO et MINAGRIE, 2013 : Cadre stratégique pour le développement de l'horticulture au Burundi. ROME.
- FAO. 2018 a. Measuring vegetable crops area and production: Technical report on a pilot survey in two districts of Ghana – Final report. Rome. (disponible sur <http://www.fao.org/3/ca6508en/ca6508en.pdf>).
- FAOSTAT. Statistical Database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations; F.A.O. U. Nations, Ed.; Onlinedatabase; 2019.
- Fletcher, B.S. 1987. The biology of dactynotus fruit flies. *Annu. Rev. Entomol.* 32: 115–144.
- Footen R. H., Blanc F. L. & Norrbom A. L. (1993). Handbook of the Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) of America North of Mexico. Comstock Publishing Associates, Ithaca, London, 571p.
- Fournet J. (2020). Les maladies des parties aériennes de l'aubergine. *Nouvelles Maraîchères et Vivrières de l'INRA aux Antilles*, 1974, pp.23-27. fihal -02730894
- Gomina, M., 2015 : contribution à la connaissance des mouches de fruits (diptera : tephritidae) et de leurs parasitoïdes au sud du Togo, Thèse de Doctorat, Université de Lomé, 190p.
- Grant T. McQuate and Steven L. PECK: Enhancement of Attraction of Alpha-Ionol to Male *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae) by Addition of a Synergist, Cade Oil, U.S. Pacific Basin Agricultural Research Center, Tropical Fruit, Vegetable and Ornamental Crop Research Laboratory

- Gutierrez, A.P., Ponti, L., Neteler, M. (2021), Invasive potential of tropical fruit flies in temperate regions under climate change. *Commun Biol* 4, 1141 <https://doi.org/10.1038/s42003-021-02599-9>.
- Hancock, D. L., 1985. New species and records of African Dacinae (Diptera:Tephritidae). *Arnoldia Zimbabwe* 9, 299-314.
- Hendrichs J, Teresa Vera M, De Meyer M, Clarke AR (2015): Resolving cryptic species complexes of major tephritid pests. *ZooKeys* 540:5–39.
- Hendrichs, J. and R.J. Prokopy. 1990. Where do apple maggot flies find fruit in nature? *Mass. Fruit Notes* 55: 1–3.
- Herinandrasana J. P. (2018) : Les mouches (dipteres : tephritidae) et autres insectes ravageurs des légumes-fruits ; Mémoire de Master, UNIVERSITE D'ANTANANARIVO, 68 pge.
- Hill M. O., (2013), Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences, *Ecology*, Vol. 54, No. 2 (Mar., 1973), pp. 427-432.
- Hill, M. O. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54(2), 427-432.
- Höglund, J., and R. V. Alatalo. 1995. *Leks*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Malheiro, R., Casal, S., Cunha, S.C, Baptista, P., Pereira J.A., 2016. Identification of leaf volatiles from olive (*Olea europaea*) and their possible role in the ovipositional preferences of olive fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae). *Phytochem.* 121, 11-19.
- Hossain, M. A., Leblanc, L., Momen, M., Bari, M. A., & Khan, S. A. (2019). Seasonal abundance of economically important fruit flies (Diptera: Tephritidae: Dacinae) in Bangladesh, in relation to abiotic factors and host plants. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, 51(2), 25-37.
- Hubert C (1997) ; *Agriculture paysanne et production alimentaire au Burundi. Les paysans, l'Etat et le Marché, Sociétés paysannes et Développement*, hal-02536688f. Laboratories Conference, 11–13 November 2010, Kampala, Uganda.
- IAEA, 2003: *Trapping Guidelines for Area-Wide Fruit Fly Programmes*, International Atomic Energy Agency.
- IGEBU, 2013: *Etude sur l'établissement d'une base de données topographiques numériques de la ville de Bujumbura, Burundi, Rapport final*, 104p.

- Khan R (1979) *Solanum melongena* and its ancestral forms. In: Hawkes JG, Lester RN, Skelding AO (eds) *The biology and taxonomy of the Solanaceae*. Academic Press, London, pp 629-635.
- Korir J.K., Affognon H.D., Ritho C.N., Kingori W.S., Irungu P., Mohamed S.A. and Ekesi S. (2015): Grower adoption of an integrated pest management package for management of mango-infesting fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Embu, Kenya, *International Journal of Tropical Insect Science*, page 1 of 10.
- Liquido, N.J., Harris, E.J., & Dekker, L. A. (1994). Ecology of *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae) populations: host plants, natural enemies, distribution, and abundance. *Annals of the Entomological Society of America*, 87(1), 71-84.
- Liu, L., Wang, Q., Ndayiragije, P., Ntahimpera, A., Nkubaye, E., Q, Yang & Li, Z. (2011). Identification of *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae) from Burundi, based on morphological characteristics and DNA barcode. *African Journal of Biotechnology*, 10(62), 13623-13630.
- Mahfouz M., Abd-Elgawad M. (2021): Biological control of nematodes infecting eggplant in Egypt, *Abd-Elgawad Bull Natl Res Cent* 45:6
- Malheiro, R., Casal, S., Cunha, S. C., Baptista, P., & Pereira, J. A. (2015). Identification of leaf volatiles from olive (*Olea europaea*) and their possible role in the ovipositional preferences of olive fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae). *Phytochemistry*, 121, 11-19.
- Manirakiza, D. (2020). Impact des coopératives agricoles des cultures vivrières sur les conditions de vie des ménages ruraux au Burundi : Cas des coopératives de la province de Ngozi (Thèse de doctorat). Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique, 236 pages.
- May M. L. & Ahmad S. (1983). Host location in the Colorado potato beetle: searching mechanisms in relation to oligophagy. In: Amahd S. (ed.), *Herbivorous Insects: Host Seeking Behavior and Mechanisms*. Academic Press, New York, 173-99.
- McQuate, G.T. and S.L. Peck. 2001. Enhancement of attraction of alpha-ionol to male *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae) by addition of a synergist, cade oil. *J. Econ. Entomol.* 94: 39-46.
- Muriithi, B.W., Affogono, H. D., Diiro, G.M., Kingori, S.W., Tanga, C.M., Nderitu, P.W., Mohamed, S.A., Ekesi, S., (2016). Impact assessment of Integrated Pest Management (IPM) strategy for suppression of mango-infesting fruit flies in Kenya. *Crop Prot.* 81, 20-29.

- Muthuthantri W. S. N. (2013). Citrus host utilisation by the Queensland fruit fly, *Bactrocera tryoni* (Froggatt) (Diptera: Tephritidae): from individuals to populations. PhD Thesis, Queensland University of Technology, Brisbane, Australia, 199p.
- Mwatawala M, Maerere AP, Makund R, De Meyer M (2010) Incidence and host range of the melon fruit fly *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) in Central Tanzania. *Int J Pest Man* 56:265–273
- Mwatawala MW, De Meyer M, White IM, Maerere A, Makundi RH (2007) Detection of the invasive solanum fruit fly *Bactrocera latifrons* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) in Tanzania. *J Appl Entomol* 131:501–503
- Mwatawala, M., Maerere, A. P., Makundi, R., & De Meyer, M. (2010). Incidence and host range of the melon fruit fly *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) in Central Tanzania. *International Journal of Pest Management*, 56(3), 265-273.
- Mwatawala, M., Makundi, R., Maerere, A. P., & De Meyer, M. (2010). Occurrence of the Solanum fruit fly *Bactrocera latifrons* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) in Tanzania. *J Afrotrop Zool*, 6, 83-89.
- Mziray H, Makundi RH, Mwatawala M, Maerere A, De Meyer M (2010b) Spatial and temporal abundance of the solanum fruit fly, *Bactrocera latifrons* (Hendel), in Morogoro, Tanzania. *Crop Prot* 413 (29):454–461.
- Mziray, H. A., Makundi, R. H., Mwatawala, M., Maerere, A., & De Meyer, M. (2010). Spatial and temporal abundance of the solanum fruit fly, *Bactrocera latifrons* (Hendel), in Morogoro, Tanzania. *Crop Protection*, 29(5), 454-461.
- Mziray, H. A., Makundi, R. H., Mwatawala, M., Maerere, A., & De Meyer, M. (2010). Host use of *Bactrocera latifrons*, a new invasive tephritid species in Tanzania. *Journal of economic entomology*, 103(1), 70-76.
- Mziray, H.A, Makundi, R.H., Mwatawala, M., Maerere, A. & De Meyer, M. 2009: Spatial and temporal abundance of the solanum fruit fly, *Bactrocera latifrons* (Hendel), in Morogoro, Tanzania. *Crop Protection*. DOI: 10.1016/j.cropro.2009.10.018.
- N'Dépo, O. R., Tano, D. K. C., Hala, N., Adopo, N. A., & Kouassi, K. P. (2020). Piégeage des Mouches de fruits (Diptera: Tephritidae) À Base D'extraits de *Ocimum Basilicum* L.(Lamiaceae): Cas de *Bactrocera Dorsalis*, Principal Ravageur de Mangues en Côte d'Ivoire.
- Nankinga, C.K., Isabiyre, B., Muyinza, H., Rwomushana, I., Akol, A.M., Stevenson, P.C., Mayamba, A., Aool, W., (2010). Potential economic losses in the Uganda mango industry due to fruit fly infestation. *Proceeding, 2nd National Agricultural Research*

- Ndayizeye, L., Nzigidahera, B., & Gesmallah, A. E. (2019). Current distribution of *Bactrocera latifrons* Hendel in the different agro-ecological zones of Burundi. *International Journal of Tropical Insect Science*, 39(2), 125-130.
- Ndayizeye, L., Nzigidahera, B., & Theron, C. D. (2017). Effect of parapheromones on the capture of fruit flies (Diptera, Tephritidae) in Burundi. *J. Agri. Sci. Tech A*, 7, 413-425.
- Nibigira, L. (2019). Etude des risques naturels liés aux interactions entre les mouvements de masse et le réseau hydrographique dans la région des lacs Kivu et Tanganyika.
- Nishida, T., Bess, H.A. 1957. Studies on the ecology and control of the melon fly *Dacus* (*Strumeta*) *cucurbitae*. Hawaii Agricultural Experiment Station, Technical Bulletin 34, 44 pp.
- Nsanzoneza, S. (2021). Identification of biological variability of *pyricularia oryzae* and screening for variety resistance to rice blast disease in imbo plain region (Doctoral dissertation, Sokoine university of agriculture).
- Nshida T. and Bess H. A. (1957): Studies on the ecology and control of the melon fly *dacus* (*strumeta*) *cucurbitae* *coquillett* (diptera: tephritidae), technical bulletin no. 34.
- Osmond, M. M. & de Mazancourt, C. (2013). How competition affects evolutionary rescue. *Philos. Trans. R. Soc. B* 368, 20120085.
- Ouedraogo S N. (2011): Dynamique spatio temporelle des mouches des fruits (diptera, tephritidae) en fonction des facteurs biotiques et abiotiques dans les vergers de manguiers de l'ouest du Burkina Faso, Thèse de Doctorat, Université Paris Est, 184 pges.
- Papaj, D.R., J.M. Garcia, and H. Alonso-Pimentel. 1996. Marking host fruit by male *Rhagoletis boycei* Cresson flies (Diptera: Tephritidae) and its effect on egg-laying. *J. Insect Behav.* 9: 585–597.
- Pritchard, G. 1967. The ecology of the natural population of the Queensland fruit fly, *Dacus tryoni*. II. The distribution of eggs in relation to behavior. *Aust. J. Zool.* 17: 923–311.
- Rattanapun, W., Tarasin, M., Thitithanakul, S., & Sontikun, Y. (2021). Host preference of *Bactrocera latifrons* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) among fruits of solanaceous plants. *Insects*, 12(6), 482.
- Revadi, S., Lebreton, S., Witzgall, P., Anfora, G., Dekker, T., Becher, P. G. (2015). Sexual Behavior of *Drosophila suzukii*. *Insects*, 6, 183-196.

- Robacker, D. C., Moreno, D. S., & Wolfenbarger, D. A. (1990). Effects of trap color, height, and placement around trees on capture of Mexican fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 83(2), 412-419.
- Rwomushana I. and Tanga C. M. (2016): Fruit Fly Species Composition, Distribution and Host Plants with Emphasis on Mango-Infesting Species, International Centre of Insect Physiology & Ecology (icipe), PO Box 30772-00100, Nairobi, Kenya
- Rwomushana, I., & Tanga C. M. (2016), Fruit Fly Species Composition, Distribution and Host Plants with Emphasis on Mango-Infesting Species, *Fruit Fly Research and Development in Africa – Towards a Sustainable Management Strategy to Improve Horticulture*, 71-106.
- Sarwar, M., Hamed, M., Rasool, B., Yousaf, M., & Hussain, M. (2013). Host preference and performance of fruit flies *Bactrocera zonata* (Saunders) and *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) for various fruits and vegetables. *International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences*, 1(8), 188.
- Scholastique A.; Roger I.; Anicet G. D.; Loko L. E., Octaviano I. Y; Anicet A. G; Paterne A. A.; Alexandre D.; Clement A. (2021): Ethnobotanical characterization of scarlet eggplant (*Solanum aethiopicum* L.) varieties cultivated in Benin (West Africa), Elsevier, *Journal of Agriculture and Food Research*, 100173.
- Sivinski, J. and T. Burk. 1989. Reproductive and mating behaviour. In *Fruit Flies: Their Biology, Natural Enemies and Control* (A.S. Robinson and G. Hooper, eds.), pp. 343–351. In *World Crop Pests* (W. Helle, ed.), Vol. 3A. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Slavin, JL and Lloyd, B (2012) Health Benefits of Fruits and Vegetables, *Advances in Nutrition* 3: 506–516.
- Sylvain Nafiba OUEDRAOGO (2015) : Dynamique spatio temporelle des mouches de fruits (Diptera, Tephritidae) en fonction des facteurs biotiques et abiotiques dans les vergers de manguiers de l'ouest du BURKINA FASO, Thèse de Doctorat, UNIVERSITE PARIS EST, pp. 184.
- Todd E. Shelly (2018): Sexual Selection on Leks: A Fruit Fly Primer *Journal of Insect Science*, 18(3): 9; 1–16
- USDA-APHIS, 2008. The United States department of agriculture, animal and plant Health inspection service). Federal Import Quarantine Order for Host Materials of *Bactrocera Invadens* (Diptera: Tephritidae), Invasive Fruit Fly Species. USDA-APHIS, USA.

- Vargas, R. I., and T. Nishida. 1985. Survey for *Dacus latifrons* (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 78: 1311-1314.
- Vargas, R.I, J.C. Pinero, and L. Leblanc. 2015. An overview of pest species of *Bactrocera* fruit flies (Diptera: Tephritidae) and the integration of biopesticides with other biological approaches for their management with a focus on the Pacific region. *Insects*.6: 297–318.
- Vargas, R.I., Nishida, T., 1985b. Life history and demographic parameters of *Dacus latifrons* (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 78, 1242–1244
- Vargas, R.I.; Mau, R.F.L.; Jang, E.B.; Faust, R.M.; Wong, L. (2008). The Hawaii fruit fly areawide pest management programme. In *Areawide Pest Management: Theory and Implementation*; Koul, O., Cuperus, G., Eds.; CABI Books: London, UK; pp. 300–325.
- Vayssières J.-F., Carel Y., Coubes, M. & Duyck P. F. (2008a). Development of Immature Stages and Comparative Demography of Two Cucurbit-Attacking Fruit Flies in Reunion Island: *Bactrocera cucurbitae* and *Dacus ciliatus* (Diptera: Tephritidae). *Environmental Entomology* 37, 307-314.
- Vayssières J.-F., Goergen G., Lokossou O., Dossa P. & Akponon C. (2005). A new *Bactrocera* species in Benin among fruit fly (Diptera: Tephritidae) species. *Fruits* 60, 371-377.
- Vayssières J.-F., Sinzogan A. & Adandonon A. (2009a). Principales méthodes de lutte intégrée contre les mouches de fruits en Afrique de l'Ouest. Projet régional de lutte contre les mouches de fruits en Afrique de l'Ouest. Fiche N° 6, IITA-CIRAD, 4p.
- Waage J. K. & Greathead D. J. (1992). Protection intégrée contre les ravageurs. In: *Manuel de lutte biologique*. PNUD/FAO, 5-15.
- Waterhouse DF. 1993. *Biological Control: Pacific Prospects*, Supplement 2. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia.
- Weese, T.L. & Bohs L (2010), Eggplant origins: Out of Africa, into the Orient; *TAXON* 59 (1) • February 2010: 49–56
- Weinberger, K., Lumpkin, T.A., 2007. Diversification into horticulture and poverty alleviation: a research agenda. *World Dev.* 35, 1464–1480.
- White IM, Elson-Harris MM (1992) *Fruit flies of economic importance: their identification and bionomics*. CAB International, Wallingford, p 601
- Youness, G., & Saporta, G. (2004). Une méthodologie pour la comparaison de partitions. *Revue de statistique appliquée*, 52(1), 97-120.

ANNEXES

Tableau 2: Tableau récapitulatif des abondances des espèces capturées dans les deux sites

Espèces	Site NGAGARA	SITE RUZIBA
<i>B. latifrons</i>	241	94
<i>Z. cucurbitae</i>	3	14
<i>B. bigutulla.</i>	11	29
<i>B. dorsalis</i>	0	2
Sous total	255	139
Total	394	
Pourcentage (%)	64,72	35,28

Tableau 3: Nombre de mouches capturées en fonction des périodes de piégeage au site Ngagara.

Phénologie de l'aubergine		Espèces		
		<i>B. latifrons</i>	<i>Z. cucurbitae</i>	<i>B. bigutulla</i>
Période d'avant récolte	Période de croissance	3	0	5
		10	0	0
		17	0	0
		21	0	0
	Période de maturation	26	2	0
		23	0	0
		26	0	0
		22	0	1
		44	0	2
Période post-récolte		31	0	2
		4	1	0
		6	0	0
		4	0	0
		0	0	0
		4	0	1
		0	0	0
Sous-total		241	3	11
Pourcentage (%)		94,5	4,31	1,17
Total		390		

Tableau 4: Nombre de mouches capturées en fonction des périodes de piégeage au site Ruziba

Période		Espèces			
		<i>B. latifrons</i>	<i>B. dorsalis</i>	<i>Z. cucurbitae</i>	<i>B. bigutulla</i>
Période Pré-récolte	Période de croissance	1	0	1	1
		4	0	2	1
		2	0	2	0
		3	0	0	0
	Période de maturité	5	0	1	5
		10	0	0	0
		6	1	0	0
		10	0	2	4
Période post-récolte		21	0	4	4
		9	0	2	9
		5	0	0	1
		6	1	2	2
		6	0	0	0
		2		0	1
		2	0	0	0
		2	0	1	1
Sous- total		94	2	17	29
Pourcentage (%)		67,62	1,43	10,07	20,86
Total global		139			



Aubergines ayant dépassé la période de murissement laissées dans le champ pour produire les pépinières



Quelques dégâts des mouches de fruits dans les champs d'aubergines de la plaine de l'Imbo au site Ruziba.