



## Diversité et écologie des Syrphidae (Diptères: Syrphoidea) pollinisatrices des écosystèmes naturels et agricoles du Burundi

Eugène Sinzinkayo<sup>1</sup>, Benoit Nzigidahera<sup>2</sup>, Régine Pacis Nasasagare<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ecole Normale Supérieure, Département des Sciences Naturelles, B.P. 6983 Bujumbura

<sup>2</sup>Office Burundais pour la Protection de l'Environnement (OBPE), B.P. 2757 Bujumbura

*Auteur correspondant:* Eugène Sinzinkayo: [sineuge60@gmail.com](mailto:sineuge60@gmail.com)

Reçu: le 15 Mars 2017

Accepté: le 27 Mars 2017

Publié: le 10 Avril 2017

### RESUME

**Mots-clés:** Pollinisateur, plantes hôtes, abondance, similarité

La présente étude a été effectuée dans les aires protégées du Burundi et leurs milieux agricoles riverains ainsi que le biotope de la ville de Bujumbura et les agroécosystèmes des plateaux centraux et Mutimbuzi. Au cours de cette étude, les espèces de Syrphidae ont été collectées de 2009 à 2014. L'analyse de leur distribution, leur abondance relative et leur fréquence d'occurrence a été faite. Les plantes les plus visitées ainsi que la fréquence de visites des espèces de Syrphidae ont été analysées. L'indice de similarité de Sorensen et la classification hiérarchique ascendante des sites ont permis de comparer les différents écosystèmes. Au total, 101 groupes taxonomiques de Syrphidae répartis dans 16 genres ont été collectés. Parmi ces groupes, 26 ont été identifiés jusqu'à l'espèce, 11 jusqu'au genre. Le reste (64 groupes) sont identifiées jusqu'à la famille

### ABSTRACT

**Key-words:** Pollinator, host plants, abundance, similarity

This study was conducted in the protected areas of Burundi and their riparian agricultural environments as well as the biotope of Bujumbura city and the agroecosystems of the central highlands and Mutimbuzi. During this study, Syrphidae species were collected from 2009 to 2014. The analysis of their distribution, relative abundance and occurrence frequency was made. The most visited plants and the frequency of visits of Syrphidae species were analyzed. The Sorensen similarity index and the ascending hierarchical classification of the sites were used to compare the different ecosystems studied. A total of 101 taxonomic groups of Syrphidae distributed in 16 genera were collected. Among these groups, 26 were identified up to the species, 11 to genus. The remainder (64 groups) are identified up to the family.

### 1. INTRODUCTION

Au sein des Diptères, les Syrphidae constituent l'une des plus vastes familles avec plus de 5000 espèces décrites dans le monde, plus de 800 dans l'Ouest paléarctique et plus de 500 en France (Speight & Sarthou, 2006). La famille se subdivise en 3 sous-familles: la sous-famille d'Eristalinae, la sous-famille de Microdontinae et la sous-famille de Syrphinae. Les Syrphidae sont présents dans presque tous les milieux terrestres, hormis les milieux aquatiques et les grottes. Leurs espèces peuvent être largement représentées, peu fréquentes, rares, voire menacées.

Certaines, commensales, parasites ou prédatrices au stade larvaire, se développent auprès ou aux dépens d'autres organismes vivants, animaux ou végétaux. Les adultes sont floricoles, ils se nourrissent de pollen et de nectar et fréquentent de nombreuses fleurs présentant ainsi un rôle non négligeable dans la pollinisation (Redon & Chorein, 2009).

Les Syrphidae jouent un rôle non seulement économique mais aussi écologique majeur dans les écosystèmes, à différents stades du cycle de vie.

Elles contribuent de manière prépondérante à la pollinisation de nombreux végétaux dont la majorité ne pourrait pas réaliser leur cycle de développement sans leur intervention. Elles garantissent des rendements optimaux aux agriculteurs. Sans ce service, de nombreuses espèces interdépendantes et de nombreux processus fonctionnant au sein d'un même écosystème disparaîtraient (AREM, 2011).

Les pollinisateurs occupent une place clé dans le fonctionnement des écosystèmes agricoles et naturels. Ils constituent donc une importante ressource naturelle. Mais les capacités de les conserver et de gérer beaucoup d'aspects de la pollinisation durable n'existent pas en Afrique sauf pour les abeilles mellifères (FAO, 2007).

Les recherches menées jusqu'ici n'ont pas permis de lever l'ensemble des menaces qui pèsent sur les pollinisateurs et d'éliminer toutes les lacunes en rapport avec leurs connaissances. Au Burundi, de nombreux auteurs (Nzigidahera et Fofo, 2010; Kabwa, 2011; Mpawenimana, 2013; Ndayikeza, 2013) ont mené des études sur les pollinisateurs mais tous les efforts fournis jusqu'ici se focalisent surtout sur les abeilles. Les Syrphidae restent particulièrement méconnus dans le processus de pollinisation alors qu'ils figurent parmi les excellents pollinisateurs des plantes. On pourrait ensuite se demander si la diminution des écosystèmes naturels en faveur des agroécosystèmes ne contribue pas à l'instabilité de ces insectes. L'objectif global de cette étude est d'améliorer les connaissances sur les Syrphidae des écosystèmes forestiers et agricoles du Burundi.

## 2. METHODOLOGIE

### 2.1. Echantillonnage

L'échantillonnage a été effectué dans des écosystèmes naturels et agricoles burundais répartis dans trois niveaux altitudinaux. En basse altitude, ce sont la forêt périguinéenne de Kigwena, la végétation naturelle du Parc National de la Rusizi, la forêt claire type miombo de la Réserve Naturelle de Rumonge et le Paysage Protégé de Mukungu-Rukambasi ainsi que leurs milieux agricoles riverains. En plus, les biotopes de la ville de Bujumbura et Mutimbuzi ont été prospectés. En moyenne altitude, ce sont les agroécosystèmes des plateaux centraux du Burundi en province de Gitega, les savanes claires du Parc National de la Ruvubu et de la Réserve Naturelle de Murehe et leurs milieux agricoles environnants. En haute altitude, c'est la forêt ombrophile de montagne du Parc National de la Kibira ainsi que ses milieux agricoles riverains (Fig. 1). Les

échantillons ont été collectés pendant les années 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 et 2014 sur des fleurs des plantes au moyen du filet entomologique, près des habitations dans les milieux agricoles et forestiers au moyen du piège de Malaise ainsi que sur des arbres et arbustes à hauteur élevée au moyen du piège à savon. Les plantes hôtes ont été également collectées et sont actuellement conservées dans l'Herbarium de l'Office Burundais pour la Protection de l'Environnement (OBPE).

### 2.2. Identification

L'identification des spécimens a été faite avec des stéréomicroscopes type LEICA EZ4HD et WILD HEERBRUGG au laboratoire de l'OBPE de Bujumbura. La détermination des espèces a été faite au Musée Royal de l'Afrique Centrale (MRAC). Les spécimens des Syrphidae sont conservés dans les collections de l'OBPE à Bujumbura et au Musée Royal de l'Afrique Centrale.

### 2.3. Traitement des données

L'abondance relative a été calculée avec la formule  $A.R. (\%) = \frac{N_i}{N} \times 100$  où A.R. (%) est l'abondance relative ou fréquence centésimale,  $N_i$  le nombre d'individus de l'espèce prise en considération et N le nombre total des individus de toutes les espèces confondues. La fréquence d'occurrence des espèces a été calculée avec la formule suivante:

$$F = \frac{P_a}{P} \times 100$$

où F = fréquence d'occurrence de l'espèce.  $P_a$  = nombre total de prélèvements contenant l'espèce prise en considération. P est le nombre total de prélèvements faits (Dajoz, 1985 et Amina, 2008).

L'indice de diversité de Margalef ( $R_{Mg}$ ) a été également calculé. Sa valeur s'obtient par la formule suivante:

$$R_{Mg} = \frac{S-1}{\ln(N)}$$

où S est le nombre d'espèces identifiées et N le nombre d'individus (Magurran, 2004 cité par Maghni, 2006). L'indice de similarité de Sørensen (1948) a également été calculé. Sa valeur s'obtient par la formule suivante:

$$K = \frac{2a}{2a+b+c} \times 100$$

où a est le nombre d'espèces communes aux deux écosystèmes, b et c sont les nombres d'espèces absentes dans l'un des deux écosystèmes mais présentes dans l'autre. En fin, la classification hiérarchique ascendante des sites a été réalisée grâce à l'option cluster analysis du logiciel MVSP (Multi-Variate Statistical Package) (Senterre, 2005, cité par Bangirina, 2010).

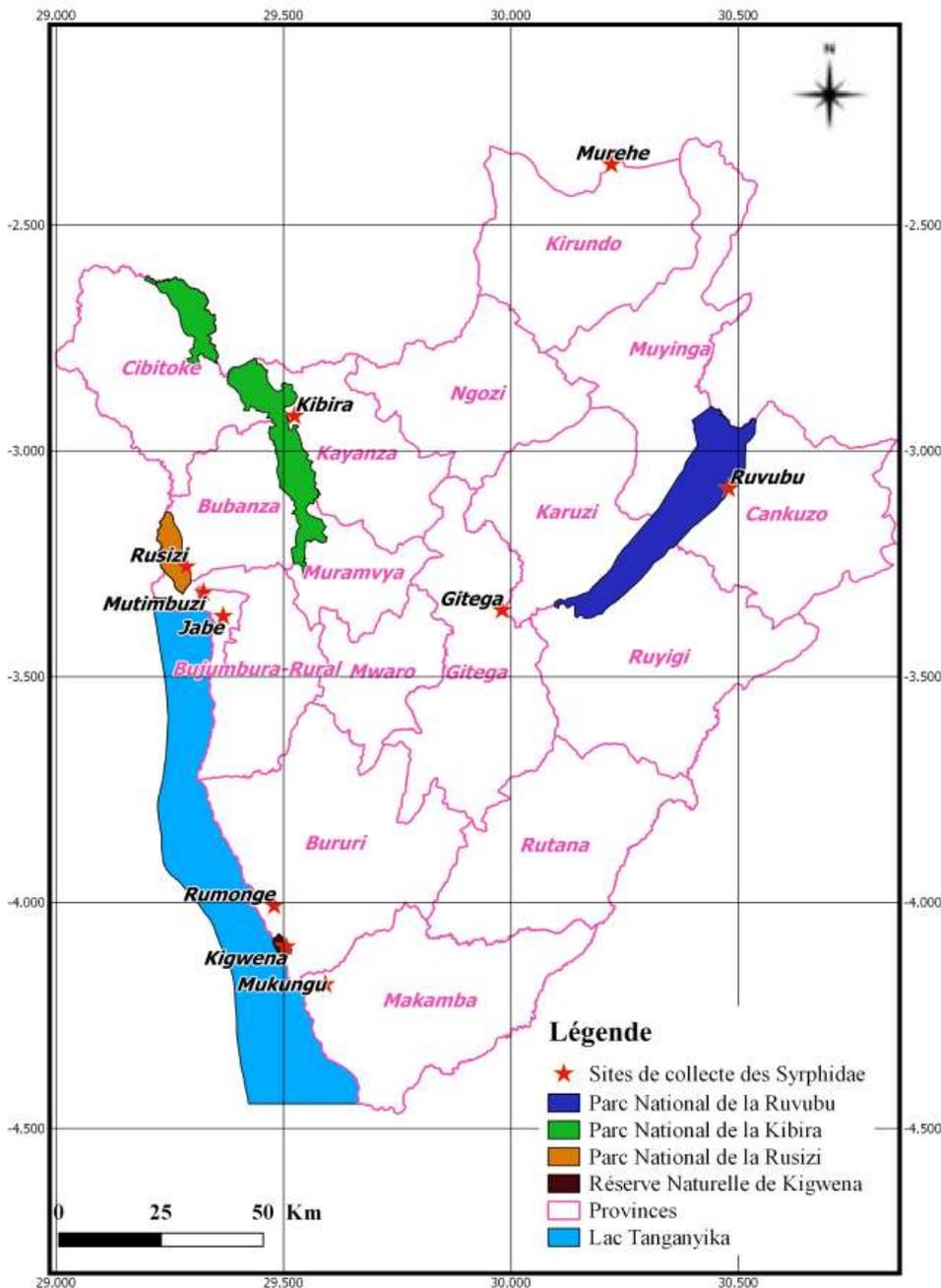


Fig. 1: Carte indiquant les sites de collecte des Syrphidae

### 3. RESULTATS

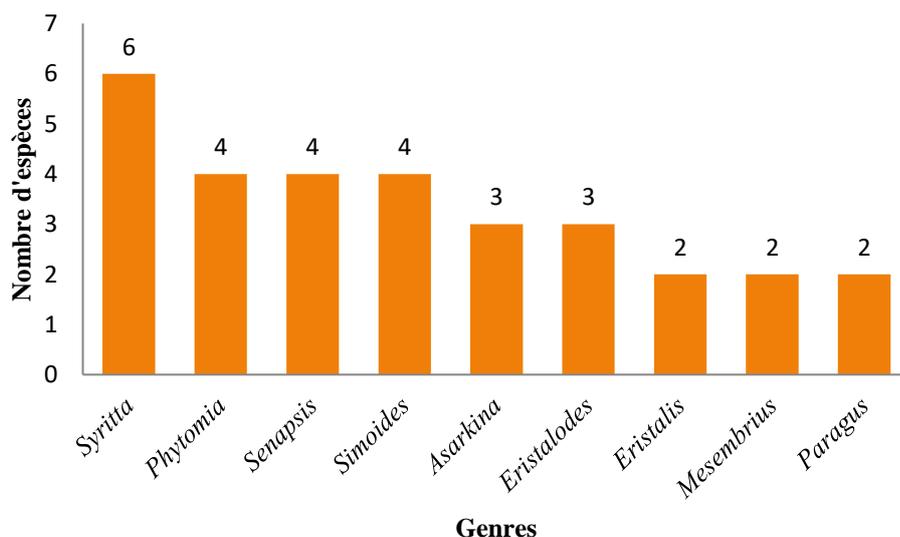
#### 3.1. Aperçu systématique des espèces collectées

Au total, 101 groupes taxonomiques de Syrphidae répartis dans 16 genres ont été collectés. Parmi ces

groupes, 26 ont été identifiés jusqu'à l'espèce, 11 jusqu'au genre (Tableau 1). Le reste (64 groupes) sont identifiées jusqu'à la famille. La figure 2 montre le nombre d'espèces identifiées par genre du moins pour ceux qui sont représentés par au minimum deux espèces.

**Tableau 1: Aperçu systématique des espèces identifiées jusqu'au moins au genre**

Genres	Espèces
<i>Allobaccha</i>	<i>Allobaccha brevis</i> Karsch
	<i>Asarkina minor</i> Bezzi
	<i>Asarkina</i> sp.
<i>Azarkina</i>	<i>Asarkina</i> cf. <i>ericetorum</i>
<i>Betasyrphus</i>	<i>Betasyrphus</i> sp.
<i>Chrysotoxum</i>	<i>Chrysotoxum continuum</i> Bezzi
<i>Episyrphus</i>	<i>Episyrphus trisectus</i> Loew
	<i>Eristalis plumipes</i> Bezzi
<i>Eristalis</i>	<i>Eristalis</i> sp.
	<i>Eristalodes</i> cf. <i>medax</i>
	<i>Eristalodes quinquelineatus</i> Fabricus
<i>Eristalodes</i>	<i>Eristalodes taeniops</i> Wiedemann
<i>Ischiodon</i>	<i>Ischiodon aegyptius</i> Wiedemann
<i>Melanostoma</i>	<i>Melanostoma</i> sp.
	<i>Mesembrius nigriceps</i> Curran
<i>Mesembrius</i>	<i>Mesembrius</i> sp.
	<i>Paragus borbonicus</i> Macquart
<i>Paragus</i>	<i>Paragus longiventris</i> Loew
	<i>Phytomia dentipes</i> Macquart
	<i>Phytomia fronto</i> Loew
	<i>Phytomia incisa</i> Wiedemann
<i>Phytomia</i>	<i>Phytomia natalensis</i> Macquart
<i>Rhingia</i>	<i>Rhingia caerulea</i> Loew
	<i>Senapsis dentipes</i> Macquart
	<i>Senapsis dibapha</i> Walker
	<i>Senapsis elliotti</i> Austen
<i>Senapsis</i>	<i>Senapsis haemorrhoea</i> Gerstaecker
	<i>Simoides crassipes</i> Fabricus
	<i>Simoides</i> cf. <i>crassipes</i>
	<i>Simoides</i> sp.
<i>Simoides</i>	<i>Simoides villipes</i> Loew
	<i>Syrirta austeni</i> Bezzi
	<i>Syrirta bulbosus</i> Walker
	<i>Syrirta</i> cf. <i>hirta</i>
	<i>Syrirta flaviventris</i> Macquart
	<i>Syrirta pipiens</i> Linnaeus
<i>Syrirta</i>	<i>Syrirta</i> sp.



**Figure 2: Histogramme montrant les proportions des espèces par genres représentés par au-moins deux espèces**

### 3.2. Espèces identifiées par site

Parmi les espèces collectées, le Parc National de la Kibira en compte 37. Il est suivi par la Réserve Naturelle de Kigwena avec 34 espèces, puis les plateaux centraux en Province de Gitega avec 28 espèces. Le Parc National de la Ruvubu compte 23 espèces et la Réserve Naturelle de Rumonge en totalise 18. Le Paysage Protégé de Mukungu et le Parc National de la Rusizi en comptent un nombre relativement moyen avec respectivement 14 et 13 espèces. Par contre, les sites de Mutimbuzi, de Jabe et la Réserve Naturelle de Murehe étaient sous représentés et renferment respectivement 7, 3 et 2 espèces (Tableau 2).

**Tableau 2: Répartition des espèces collectées suivant les sites**

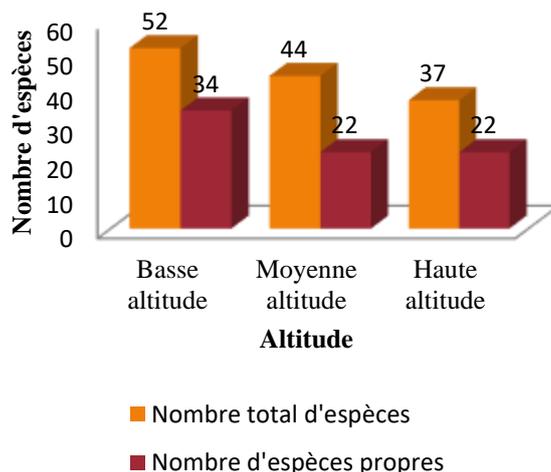
Altitude	Sites	Nombre d'espèces
Basse altitude	Rusizi	13
	Mutimbuzi	7
	Rumonge	18
	Kigwena	34
	Mkungu	14
	Jabe	3
	Moyenne altitude	Gitega
Moyenne altitude	Ruvubu	23
	Murehe	2
	Haute altitude	Kibira

### 3.3. Répartition des espèces en écosystèmes naturel et agroécosystèmes

L'analyse des espèces identifiées dans les deux types de milieux répartis au sein de tous les sites explorés montre que 71 espèces proviennent des agroécosystèmes, 61 espèces sont identifiées dans les écosystèmes forestiers et 31 espèces sont communes aux deux milieux. Notons que 40 espèces sont exclusivement signalées dans les agroécosystèmes tandis que les écosystèmes forestiers comptent 30 espèces exclusives.

### 3.4. Distribution des espèces de Syrphidae suivant l'altitude

Dans les sites situés en basse altitude, 52 espèces dont 34 exclusives ont été identifiées. En moyenne altitude nous avons identifié 44 espèces avec 22 espèces exclusives. En haute altitude 37 espèces dont 22 exclusives ont été identifiées (Fig. 3). Nous avons noté aussi 16 espèces présentes à la fois en basse altitude et en moyenne altitude. Neuf espèces sont communes entre la basse altitude et la haute altitude et 13 espèces se retrouvent à la fois en moyenne altitude et en haute altitude.

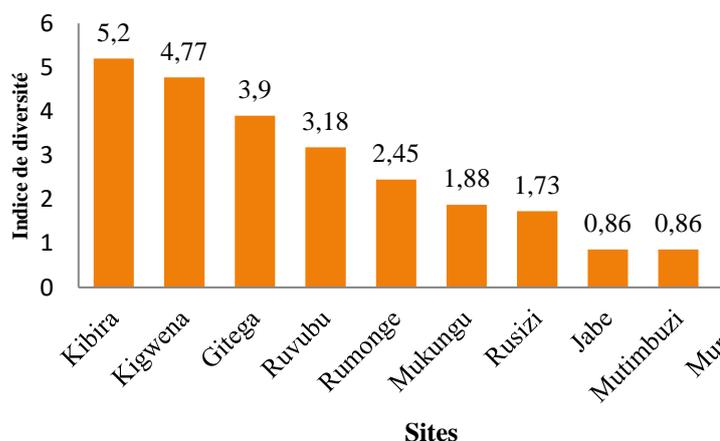


**Fig. 3: Répartition des espèces identifiées suivant l'altitude**

### 3.5. Diversité dans les différents écosystèmes

L'indice de diversité de Margalef prend une valeur de 5,20 dans le Parc National de la Kibira, 4,77 dans la Réserve Naturelle de Kigwena, 3,90 dans les plateaux centraux en province de Gitega, 3,18 dans le Parc National de la Ruvubu, 2,45 dans la Réserve Naturelle de Rumonge, 1,88 dans le Paysage Protégé de Mukungu, 1,73 dans le Parc National de la Rusizi, 0,86 dans le biotope de la ville de Bujumbura, 0,86 à Mutimbuzi et 0,14 dans la Réserve Naturelle de Murehe (Figure 4).

Par ailleurs, le calcul de l'indice de diversité de Margalef ( $R_{Mg}$ ) en milieu forestier donne une valeur de 8,68. En milieu agricole, on a  $R_{Mg}$  égale à 10,12.



**Fig. 4: Indice de diversité par site**

### 3.6. Similarité entre les écosystèmes

#### 3.6.1. Indice de similarité de Sørensen

Les valeurs de l'indice de similarité de Sørensen ont été calculées à partir des nombres d'espèces communes aux deux types d'écosystèmes et le nombre d'espèces exclusives pour chacun. Le constat est que l'indice de similarité le plus important s'observe entre la Réserve Naturelle de Rumonge et le Paysage Protégé de

Mukungu avec une valeur de 62,5. Ensuite, sa valeur entre la Réserve Naturelle de Kigwena et la Réserve Naturelle de Rumonge est de 57,69 alors qu'elle est inférieure à 50 entre les autres sites pris deux à deux. Signalons aussi que la valeur de l'indice de similarité de Sørensen est nulle entre quelques sites (Tableau 3).

Par ailleurs, le calcul de l'indice de similarité de Sørensen entre le milieu forestier et le milieu agricole donne une valeur égale à 46,96.

**Tableau 3: Indice de similarité entre les écosystèmes**

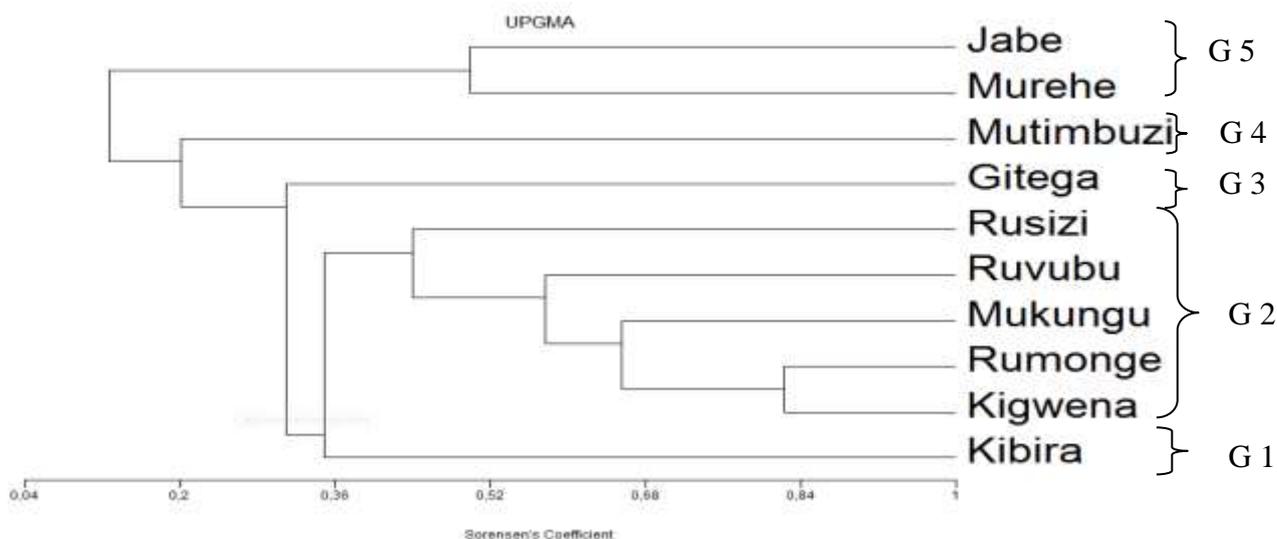
Ecosystèmes	Kibira	Ruvubu	Rusizi	Rumonge	Kigwena	Mukungu	Gitega	Mutimbuzi	Jabe	Murehe
Kibira	////////									
Ruvubu	32,3	////////								
Rusizi	12	33,33	////////							
Rumonge	21,8	48,78	32,3	////////						
Kigwena	19,7	42,1	21,3	57,69	////////					
Mukungu	23,5	48,64	37	62,5	45,83	////////				
Gitega	18,5	27,45	9,75	26,08	19,35	4,76	////////			
Mutimbuzi	0	20,68	18,2	16	14,63	19,04	0	////////		
Jabe	0	15,38	12,5	19,04	10,81	0	12,9	0	////////	
Murehe	0	8	26,7	10	5,55	0	6,66	0	40	////////

#### 3.6.2. Classification hiérarchique ascendante des sites

Le tableau de la composition spécifique des sites prospectés a été analysé avec la méthode agglomérative de regroupement hiérarchique (UPGMA) suivant l'indice de similarité de Sørensen. Ainsi, un dendrogramme a été généré (Fig. 5). Ce dendrogramme résultant de la classification automatique des sites confirme l'existence de 5 groupes. Le premier groupe est formé par un seul sous groupe (Kibira). Le second groupe est fait de 5 sous groupes (Kigwena, Rumonge, Mukungu, Ruvubu et Rusizi). Le troisième groupe comprend le sous groupe Gitega. Le quatrième groupe

est aussi formé d'un seul sous groupe (Mutimbuzi). Enfin, le cinquième groupe comprend Murehe et Jabe. Ces sites sont faiblement représentés et manifestent un caractère plus ou moins aberrant car leur composition spécifique s'écarte largement de celle des autres sites.

Les deux sous groupes (Kigwena et Rumonge) ont une similitude élevée (environ 80%). Le sous groupe Mukungu s'attache au deux premiers avec une similitude de 60%. A ces derniers s'attachent les sous groupes Ruvubu et Rusizi qui sont principalement constitués des écosystèmes savaniques. Les sous groupes Gitega et Mutimbuzi s'individualisent du fait que ce sont des milieux anthropisés.



G 1: Groupe 1 ; G 2: Groupe 2 ; G 3: Groupe 3 ; G 4: Groupe 4 ; G 5: Groupe 5

**Figure 5: Dendrogramme illustrant la classification hiérarchique ascendante des sites étudiés en fonction de leur composition spécifique**

### 3.7. Aspect quantitatif des espèces récoltées

#### 3.7.1. Abondance des espèces collectées

##### 3.7.1.1. Abondance par rapport aux sites explorés

Dans la Réserve Naturelle de Kigwena, 446 individus ont été collectés. C'est *Syrirta cf. hirta* qui vient en tête et compte 166 individus, soit 37,22%. En 2<sup>ème</sup> position vient *Senapsis dibapha* Walker avec 113 individus, soit 25,34%.

En 3<sup>ème</sup> position vient *Eristalodes quinquelineatus* Fabricus avec 60 individus, soit 13,45%. Les autres espèces sont faiblement représentées avec un nombre d'individus inférieur à 25, soit une abondance relative inférieure à 5%.

Dans le Parc National de la Kibira, sur 185 échantillons recensés, *Eristalodes taeniops* Wiedemann en compte 94, soit 50,81%, suivie de *Betasyrphus* sp. avec 23 individus, soit 12,43%.

Dans la Réserve Naturelle de Rumonge, 131 individus ont été collectés. C'est *Syrirta cf. hirta* qui occupe la 1<sup>ère</sup> position avec 31 individus, soit 23,66%. Elle est suivie de *Senapsis dibapha* Walker représentée par 28 individus, soit 21,379%. En 3<sup>ème</sup> position vient *Eristalodes quinquelineatus* Fabricus avec 23 individus, soit 17,56%.

A Gitega, nous avons recensé 118 individus. L'espèce la plus abondante c'est *Syrirta cf. hirta* avec 27 individus, soit 22,88%. Elle est suivie par *Ischiodon aegyptius* Wiedemann représentée par 20 individus, soit 16,95%. En 3<sup>ème</sup> position vient *Paragus borbonicus* Macquart avec 15 individus, soit 12,71%.

Dans le Parc National de la Ruvubu, 51 individus ont été collectés. *Asarkina* sp. vient en première position avec 7 individus, soit 13,73%. *Mesembrius* sp. et *Eristalodes taeniops* Wiedemann égalisent avec 6 individus chacune, soit 11,76%. Ensuite vient

*Chrysotoxum continuum* Bezzi avec 5 individus, soit 9,80%.

Dans la Réserve Naturelle de Murehe, 3 spécimens ont été collectés. *Senapsis haemorrhoea* Gerstaecker compte 2 individus, soit 66,67% et *Paragus borbonicus* ne compte qu'un seul individu, soit 33,33%.

Dans le biotope de la ville de Bujumbura, 4 individus ont été collectés. *Syrirta* sp. compte 2 individus, soit 50%, suivie de *Paragus borbonicus* Macquart avec un seul individu, soit 25%.

Dans le Parc National de la Rusizi, 25 individus ont été collectés. Dans ce milieu, *Mesembrius* sp. vient en 1<sup>ère</sup> position avec 8 individus, soit 32%, suivie de *Asarkina cf. ericetorum* comptant 4 individus, soit (16%).

Le Paysage Protégé de Mukungu compte 25 individus. Dans cette localité, c'est *Mesembrius* sp. qui vient en tête avec 5 individus, soit 20%. En 2<sup>ème</sup> position vient *Phytomyia incisa* Wiedemann avec 4 individus, soit 16%.

A Mutimbuzi, 16 spécimens ont été collectés. C'est *Mesembrius* sp. qui est la plus représentée avec 4 individus, soit 25% (Tableau 4).

##### 3.7.1.2. Abondance des espèces collectées en milieux naturels et agricoles

Des 370 spécimens provenant du milieu naturel, *Syrirta cf. hirta* est l'espèce la plus abondante et compte 124 individus, soit 33,51%. En 2<sup>ème</sup> position vient *Senapsis dibapha* Walker représentée par 38 individus, soit 10,27%. La 3<sup>ème</sup> place est occupée par *Eristalodes taeniops* Wiedemann qui compte 30 individus, soit 8,11%.

Des 634 individus collectés en milieu agricole, *Senapsis dibapha* Walker en compte 106, soit 16,72%. *Syrirta cf. hirta* totalise 100 spécimens, soit 15,77%. En troisième position viennent *Eristalodes quinquelineatus* Fabricus et *Eristalodes taeniops* Wiedemann égalisant avec 70 individus chacun, soit 11,04% (Tableau 5).

**Tableau 4: Abondances des espèces suivant les sites explorés**

Espèces	Kibira		Kigwena		Rumonge		Ruvubu		Rusizi		Murehe		Mukungu		Mutimbuzi		Gitega		Jabe	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
<i>Allobaccha brevis</i> Karsh	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	3,39	0	0,00
<i>Asarkina minor</i> Bezzi	2	1,08	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Asarkina</i> sp.	3	1,62	3	0,67	3	2,29	7	13,73	1	4,00	0	0,00	1	4,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Asarkina</i> cf. <i>ericetorum</i>	1	0,54	5	1,12	1	0,76	1	1,96	4	16,00	0	0,00	1	4,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Betasyrphus</i> sp.	23	12,43	0	0,00	0	0,00	1	1,96	2	8,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	12	10,17	0	0,00
<i>Chrysotoxum continuum</i> Bezzi	0	0,00	0	0,00	0	0,00	5	9,80	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Episyrphus trisectus</i> Loew	2	1,08	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Eristalis plumipes</i> Bezzi	0	0,00	15	3,36	6	4,58	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Eristalis</i> sp.	2	1,08	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Eristalodes</i> cf. <i>medax</i>	1	0,54	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Eristalodes quinquelineatus</i> Fabricus	0	0,00	60	13,45	23	17,56	1	1,96	0	0,00	0	0,00	3	12,00	0	0,00	9	7,63	0	0,00
<i>Eristalodes taeniops</i> Wiedemann	94	50,81	0	0,00	0	0,00	6	11,76	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Ischiodon aegyptius</i> Wiedemann	2	1,08	4	0,90	2	1,53	1	1,96	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	20	16,95	0	0,00
<i>Melanostoma</i> sp.	3	1,62	1	0,22	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Mesembrius nigriceps</i> Curann	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	3,92	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Mesembrius</i> sp.	0	0,00	4	0,90	5	3,82	6	11,76	8	32,00	0	0,00	5	20,00	4	25,00	0	0,00	0	0,00
<i>Paragus borbonicus</i> Macquart	0	0,00	20	4,48	1	0,76	1	1,96	2	8,00	1	33,33	0	0,00	0	0,00	15	12,71	1	25,00
<i>Paragus longiventris</i> Loew	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,85	0	0,00
<i>Phytomia dentipes</i> Macquart	0	0,00	1	0,22	1	0,76	1	1,96	1	4,00	0	0,00	3	12,00	1	6,25	0	0,00	0	0,00
<i>Phytomia fronto</i> Loew	2	1,08	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Phytomia incisa</i> Wiedemann	9	4,86	2	0,45	10	7,63	4	7,84	0	0,00	0	0,00	4	16,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Phytomia natalensis</i> Macquart	0	0,00	10	2,24	4	3,05	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Rhingia caerulea</i> Loew	0	0,00	0	0,00	2	1,53	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Senapsis dentipes</i> Macquart	0	0,00	1	0,22	0	0,00	2	3,92	0	0,00	0	0,00	1	4,00	0	0,00	1	0,85	0	0,00
<i>Senapsis dibapha</i> Walker	1	0,54	113	25,34	28	21,37	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	8,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Senapsis ellioti</i> Austen	1	0,54	0	0,00	0	0,00	2	3,92	0	0,00	0	0,00	1	4,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Senapsis haemorrhoea</i> Gerstaecker	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,00	2	66,67	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Simoides crassipes</i> Fabricus	2	1,08	6	1,35	6	4,58	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Simoides</i> cf. <i>crassipes</i>	0	0,00	0	0,00	1	0,76	2	3,92	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Simoides</i> sp.	2	1,08	0	0,00	0	0,00	2	3,92	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Simoides villipes</i> Loew	9	4,86	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	2,54	0	0,00
<i>Syritta austeni</i> Bezzi	0	0,00	4	0,90	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Syritta bulbosus</i> Walker	0	0,00	1	0,22	0	0,00	1	1,96	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	12,50	0	0,00	0	0,00
<i>Syritta</i> cf. <i>Hirta</i>	0	0,00	166	37,22	31	23,66	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	27	22,88	0	0,00
<i>Syritta flaviventris</i> Macquart	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,00	0	0,00	1	4,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Syritta pipiens</i> Linnaeus	1	0,54	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Syritta</i> sp.	0	0,00	5	1,12	1	0,76	1	1,96	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	1,69	2	50,00
Espèces indet monospécifiques	25	13,51	25	5,61	6	4,58	5	9,80	5	20,00	0	0,00	1	4,00	9	56,25	24	20,34	1	25,00
<b>Total</b>	<b>185</b>		<b>446</b>		<b>131</b>		<b>51</b>		<b>25</b>		<b>3</b>		<b>25</b>		<b>16</b>		<b>118</b>		<b>4</b>	

**Tableau 5: Abondance des espèces collectées en milieux naturels et agricoles**

Espèces	MA		MF	
	Effectif	Pourcentage	Effectif	Pourcentage
<i>Allobaccha brevis</i> Karsch	4	0,63	0	0,00
<i>Asarkina minor</i> Bezzi	2	0,32	0	0,00
<i>Asarkina</i> sp.	14	2,21	4	1,08
<i>Asarkina</i> cf. <i>ericetorum</i>	2	0,32	11	2,97
<i>Betasyrphus</i> sp.	33	5,21	5	1,35
<i>Chrysotoxum continuum</i> Bezzi	2	0,32	3	0,81
<i>Episyrphus trisectus</i> Loew	2	0,32	0	0,00
<i>Eristalis plumipes</i> Bezzi	14	2,21	8	2,16
<i>Eristalis</i> sp.	0	0,00	2	0,54
<i>Eristalodes</i> cf. <i>medax</i>	0	0,00	1	0,27
<i>Eristalodes quinquelineatus</i> Fabricus	70	11,04	26	7,03
<i>Eristalodes taeniops</i> Wiedemann	70	11,04	30	8,11
<i>Ischiodon aegyptius</i> Wiedemann	26	4,10	3	0,81
<i>Melanostoma</i> sp.	3	0,47	1	0,27
<i>Mesembrius nigriceps</i> Curran	0	0,00	2	0,54
<i>Mesembrius</i> sp.	15	2,37	17	4,59
<i>Paragus borbonicus</i> Macquart	38	5,99	3	0,81
<i>Paragus longiventris</i> Loew	1	0,16	0	0,00
<i>Phytomia dentipes</i> Macquart	5	0,79	3	0,81
<i>Phytomia fronto</i> Loew	1	0,16	1	0,27
<i>Phytomia incisa</i> Wiedemann	19	3,00	10	2,70
<i>Phytomia natalensis</i> Macquart	9	1,42	6	1,62
<i>Rhingia caerulea</i> Loew	2	0,32	0	0,00
<i>Senapsis dentipes</i> Macquart	3	0,47	2	0,54
<i>Senapsis dibapha</i> Walker	106	16,72	38	10,27
<i>Senapsis elliotti</i> Austeni	3	0,47	1	0,27
<i>Senapsis haemorrhoea</i> Gerstaecker	2	0,32	1	0,27
<i>Simoides crassipes</i> Fabricus	9	1,42	5	1,35
<i>Simoides</i> cf. <i>crassipes</i>	0	0,00	3	0,81
<i>Simoides</i> sp.	1	0,16	3	0,81
<i>Simoides villipes</i> Loew	6	0,95	6	1,62
<i>Syritta austeni</i> Bezzi	0	0,00	4	1,08
<i>Syritta bulbosus</i> Walker	4	0,63	0	0,00
<i>Syritta</i> cf. <i>hirta</i>	100	15,77	124	33,51
<i>Syritta flaviventris</i> Maquart	1	0,16	1	0,27
<i>Syritta pipiens</i> Linnaeus	0	0,00	1	0,27
<i>Syritta</i> sp.	5	0,79	6	1,62
Espèces indet monospécifiques	62	9,78	39	10,54
<b>Total</b>	<b>634</b>	<b>100,00</b>	<b>370</b>	<b>100,00</b>

### 3.7.2. Fréquence d'occurrence des espèces collectées

Au cours de cette étude, une seule espèce constante a été identifiée. Il s'agit de *Senapsis dibapha* signalée à Rumonge. Douze espèces sont qualifiées d'accessoires

alors que toutes les espèces qui restent sont accidentelles c'est-à-dire ayant une fréquence d'occurrence  $F \leq 25\%$ , ce qui montre que leur population est instable et est en pleine évolution ou disparition.

### 3.8. Analyse des espèces collectées et les plantes hôtes

#### 3.8.1. Distribution des espèces de Syrphidae par rapport aux plantes-hôtes

Le tableau 6 montre les espèces de Syrphidae ayant visités au moins cinq espèces de plantes. Il apparaît que *Phytomia incisa* et *Syritta* cf. *hirta* sont les espèces ayant visité un plus grand nombre d'espèces végétales. Elles ont visité chacune 15 espèces de plantes, soit 20,55% de toutes les plantes concernées. En 2<sup>ème</sup>

position vient *Eristalodes quinquelineatus* Fabricus collectée sur 13 espèces de plantes, soit 17,81% de toutes les plantes concernées, suivie de *Mesembrius* sp. collectée sur 12 espèces de plantes, soit 16,44% de toutes les plantes concernées. *Ischiodon aegyptius* Wiedemann et *Senapsis dibapha* Walker égalisent et sont collectées chacune sur 11 espèces de plantes, soit 15,07% de toutes les plantes concernées. Ensuite s'alignent les espèces *Paragus borbonicus* Macquart et *Asarkina* sp. collectées respectivement sur 10 et 9 espèces de plantes, soit 13,70% et 12,33% de toutes les plantes concernées.

**Tableau 6: Espèces de Syrphidae ayant visité au moins 5 espèces de plantes**

Espèces	Nombre d'espèces de plantes visitées	%
<i>Asarkina</i> sp.	9	12,33
<i>Asarkina</i> cf. <i>ericetorum</i>	7	9,59
<i>Betasyrphus</i> sp.	8	10,96
<i>Eristalis plumipes</i> Bezzi	7	9,59
<i>Eristalodes quinquelineatus</i> Fabricus	13	17,81
<i>Eristalodes taeniops</i> Wiedemann	7	9,59
<i>Ischiodon aegyptius</i> Wiedeman	11	15,07
<i>Mesembrius</i> sp.	12	16,44
<i>Paragus borbonicus</i> Macquart	10	13,70
<i>Phytomia incisa</i> Wiedemann	15	20,55
<i>Phytomia natalensis</i> Macquart	8	10,96
<i>Senapsis dibapha</i> Walker	11	15,07
<i>Simoides crassipes</i> Fabricus	7	9,59
<i>Syritta</i> cf. <i>hirta</i>	15	20,55
<i>Syritta</i> sp.	6	8,22

#### 3.8.2. Identification des plantes les plus visitées

Au moyen du filet entomologique et du piège à savon, toutes les espèces des Syrphidae collectées ont été capturées sur 73 espèces de plantes hôtes réparties en 29 familles. Le tableau 7 montre les espèces de plantes visitées par beaucoup d'espèces de Syrphidae (au moins cinq espèces de Syrphidae). Ainsi, *Harungana madagascariensis* vient en 1<sup>ère</sup> position avec 15 espèces butineuses, soit 40,54% des espèces identifiées. En 2<sup>ème</sup> position vient *Hoslundia opposita* visitée par 12

espèces, soit 32,43% des espèces identifiées. La 3<sup>ème</sup> position est occupée par *Tithonia diversifolia* visitée par 9 espèces, soit 24,32% des espèces identifiées. Ensuite viennent *Asystasia gangetica* et *Phaseolus vulgaris* égalisant avec 8 espèces, soit 21,62% des espèces identifiées.

Concernant le nombre de visites, *Harungana madagascariensis* vient toujours en 1<sup>ère</sup> position. Elle est suivie par *Crassocephalum montuosum*. *Hoslundia opposita* occupe la 3<sup>ème</sup> position (Tableau 8).

**Tableau 7: Espèces de plantes visitées par au moins 5 espèces de Syrphidae identifiées**

Familles de plantes	Espèces de Plantes	N.E.B	% par rapport au N.E.I
Hypericaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir	15	40,54
Lamiaceae	<i>Hoslundia opposita</i> Vahl	12	32,43
Asteraceae	<i>Tithonia diversifolia</i>	9	24,32
Acanthaceae	<i>Asystasia gangetica</i> (L.) Anders	8	21,62
Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	8	21,62
Asteraceae	<i>Crassocephalum montuosum</i> (S.Moore) Miln-Redh	7	18,92
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	6	16,22
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill	6	16,22
Compositae	<i>Aspilia pluriseta</i> Schweinf	5	13,51
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i>	5	13,51
Pedaliaceae	<i>Sesamum angustifolium</i> Welw	5	13,51

N.E.B: Nombre d'Espèces butineuses; N.E.I: Nombre d'Espèces Identifiées

**Tableau 8: Les plantes les plus visitées, espèces butineuses et fréquences de visites**

Espèces de Syrphidae	<i>Harungana madagascariensis</i>	<i>Hoslundia opposita</i>	<i>Tithonia diversifolia</i>	<i>Asystasia gangetica</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>Crassocephalum montuosum</i>	<i>Bidens pilosa</i>	<i>Persea americana</i>	<i>Aspilia pluriseta</i>	<i>Euphorbia heterophylla</i>	<i>Sesamum angustifolium</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i>	<i>Cantium venosum</i>	<i>Grewia Platiclada</i>	<i>Eucalyptussp.</i>	Totaux
<i>Asarkina cf. ericetorum</i>	1	2	1		1											5
<i>Asarkina sp.</i>	1	3	1							2	1					8
<i>Betasyrphus sp.</i>						1						7				8
<i>Eristalis plumipes</i> Bezzi	9	1		1	1			1					1			14
<i>Eristalodes quinquelineatus</i> Fabricus	18	2	1					2				2	2	5		32
<i>Eristalodes taeniops</i> Wiedemann	1		1			51										53
<i>Ischiodon aegyptius</i> Wiedeman	1				5		2	1		1		3			5	18
<i>Mesembrius sp.</i>		7		1			1	1								10
<i>Paragus borbonicus</i> Macquart				1	14		1	1				1			2	19
<i>Phytomia incisa</i> Wiedemann	3	5	1		4	2	2		1		1					19
<i>Phytomia natalensis</i> Macquart	1	1	3				1		1		3					10
<i>Senapsis dibapha</i> Walker	29	13						17		1			14	1		75
<i>Simoides crassipes</i> Fabricus	1			1		2		1			1					6
<i>Syrirta cf. hirta</i>	120	13	2		1				1		2			1	1	141
<i>Syrirta sp.</i>	6								1							7
<b>Totaux</b>	<b>191</b>	<b>47</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>26</b>	<b>56</b>	<b>7</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>425</b>

N.B: Les cases vides correspondent à l'absence de visites et les nombres correspondent au nombre de visites

#### 4. DISCUSSION

Au cours de l'échantillonnage 101 espèces de Syrphidae et 16 genres ont été collectées. Le genre *Syrirta* s'est révélé le plus riche avec 6 espèces. Dans son étude, Thompson et al., 1976, avaient signalé que 12 espèces parmi les 23 qui composent ce genre, sont présentes uniquement dans la région afrotropicale dont fait partie le Burundi. Il a aussi signalé qu'une seule espèce est présente seulement dans la région paléarctique, 5 dans les régions océanienne et de l'Asie australe, et 5 autres espèces sont répandues. De toutes les espèces collectées, aucune espèce n'a été rencontrée à la fois dans tous les sites explorés, ce qui montre que

chaque site présente ses propres particularités écologiques occasionnant ainsi une diversité spécifique différente de celle des autres. Par ailleurs, les agroécosystèmes et les écosystèmes forestiers ont un nombre élevé d'espèces communes. Suivant le gradient altitudinal, 52 espèces ont été identifiées dans les sites situés en basse altitude. En moyenne altitude nous avons identifié 44 espèces. En haute altitude 37 espèces ont été identifiées. Nous constatons que la diversité des Syrphidae varie avec l'altitude. En plus, 16 espèces de Syrphidae sont présentes à la fois en basse altitude et en moyenne altitude, 9 espèces sont communes entre la basse altitude et la haute altitude et 13 espèces sont se

retrouve à la fois en moyenne altitude et en haute altitude.

Parmi 101 groupes taxonomiques formés, 26 ont été identifiées jusqu'à l'espèce, 11 jusqu'au genre et 64 jusqu'au niveau de la famille. Les Syrhidæ constituent l'une des plus vastes familles avec plus de 5000 espèces décrites dans le monde, plus de 800 dans l'Ouest paléarctique et plus de 500 en France (Speight & Sarthou, 2006). Les résultats de la présente étude permettent de confirmer que les écosystèmes burundais en contiennent aussi une grande richesse spécifique.

L'analyse de l'indice de diversité de Margalef révèle que le Parc National de la Kibira présente une grande diversité spécifique avec comme indice de diversité égale à 5,20, suivi de la Réserve Naturelle de Kigwena avec l'indice de diversité égale à 3,90. La diversité des Syrhidæ est influencée par l'habitat local et la disponibilité des ressources alimentaires. Ainsi, sa valeur élevée observée dans le Parc National de la Kibira s'explique par la richesse en espèces végétales de ce milieu car selon Le Féon (2010), la diversité des pollinisateurs et la diversité des plantes semblent très souvent liées. En outre, l'habitat de la Réserve Naturelle de Kigwena est composé de clairières, de lisières ou d'allées ensoleillées dont, selon Laire et al. (2011) ont besoin les syrphes, comme de nombreux insectes qui peuvent venir se réchauffer, se reproduire et se nourrir sur les fleurs généralement plus abondantes dans ces espaces.

Dans l'analyse de l'indice de similarité de Sørensen entre les différents sites pris deux à deux, les résultats trouvés varient de 0 à 62,5. Les valeurs les plus importantes s'observent entre la Réserve Naturelle de Rumonge et le Paysage Protégé de Mukungu (62,5), et entre la Réserve Naturelle de Rumonge et la Réserve Naturelle de Kigwena (57,69). Elle est inférieure à 50 entre les autres sites pris deux à deux. Cela traduit l'individualité de chaque écosystème au point de vue composition spécifique. La classification hiérarchique ascendante réalisée suivant l'indice de similarité de Sørensen montre que les groupements des sites s'établissent suivant plusieurs facteurs tels que l'altitude, la température, le climat, la végétation, etc. En effet, l'individualité du PNK résulte du fait qu'il s'agit d'une forêt ombrophile de montagne à basse température située en haute altitude et est parmi les biomes tropicaux humides. La similitude entre la Réserve Naturelle de Kigwena, la Réserve Naturelle de Rumonge et le Paysage Protégé de Mukungu provient du fait que ces sites sont très proches. Les sous groupes Gitega et Mutimbuzi sont individualisés du fait que ce sont des milieux anthropisés. Le rapprochement entre la Réserve Naturelle de Murehe et Jabe résulte du fait que

ces sites sont faiblement représentés et manifestent un caractère plus ou moins aberrant. Dans cette étude, il a également été constaté que le milieu agricole présente une grande diversité avec comme indice de diversité de Margalef égale à 10,12 contre 4,26 trouvée en milieu forestier. Ces résultats s'expliquent par le fait que le milieu agricole est un habitat ouvert et ensoleillé qui, selon Laire et al. (2011) est préféré par les syrphes qui peuvent venir se réchauffer, se reproduire et se nourrir sur les fleurs généralement plus abondantes dans ces espaces. L'indice de similarité de Sørensen entre le milieu agricole et le milieu forestier est égal à 46,96. Ces résultats montrent qu'un nombre non négligeable d'espèces de Syrhidæ se retrouvent à la fois dans les deux écosystèmes. Cela montre qu'il y a des interrelations entre ces deux milieux. En effet, les perturbations de la biodiversité des Syrhidæ qui se produiraient dans l'un des milieux affecteraient directement l'autre. De ce qui précède, nous pouvons affirmer que la conservation de la biodiversité de ces deux milieux contribuerait à la conservation de la biodiversité des Syrhidæ.

L'analyse de l'abondance des Syrhidæ montre que *Syrirta cf. hirta* est l'espèce la plus abondante. Elle vient en tête à la fois à Rumonge, à Kigwena et à Gitega. Cela laisse penser que cette espèce s'adapte à des milieux à conditions écologiques variées. Par ailleurs, *Mesembrius* sp. vient toujours en tête dans 3 sites situés tous en basse altitude tels que le Parc National de la Rusizi, la Réserve Naturelle de Mukungu et Mutimbuzi. Cette étude montre que le milieu agricole vient en tête avec 634 individus contre 370 individus répertoriés en milieu forestier. L'habitat du milieu agricole serait le facteur de ces résultats. Il est ouvert et ensoleillé, ce qui, selon Laire et al. (2011), est préféré par les Syrhidæ. En milieu forestier, *Syrirta cf. hirta* est l'espèce la plus abondante avec 124 individus, soit 33,51% des individus identifiés dans ce milieu tandis qu'en milieu agricole c'est *Senapsis dibapha* Walker qui vient en tête avec 106 individus, soit 16,72% suivie de *Syrirta cf. hirta* totalisant 100 spécimens, soit 15,77%.

Au cours de notre étude, une seule espèce constante a été identifiée. Il s'agit de *Senapsis dibapha* identifiée à Rumonge. Douze espèces sont qualifiées d'accessoires alors que toutes les espèces qui restent sont accidentelles c'est-à-dire ayant une fréquence d'occurrence  $F \leq 25\%$ , ce qui montre que leur population est instable et est en pleine évolution ou disparition. Cela pourrait aussi être dû à l'instabilité ou la perturbation de l'habitat. Ce qui se traduit par les mouvements de ces insectes d'un milieu à l'autre à la recherche de la nourriture et l'habitat stable.

Lors de l'analyse des espèces de Syrphidae collectées par rapport aux plantes hôtes il a été constaté que *Phytomyia incisa* et *Syrpitta* cf. *hirta* sont les espèces les plus actives car elles ont visité plus d'espèces végétales (15 espèces de plantes chacune). Elles sont considérées comme des espèces polylectiques. Quant aux plantes, *Harungana madagascariensis* et *Hoslundia opposita* ont été visitées par beaucoup d'espèces de Syrphidae avec respectivement 15 espèces et 12 espèces butineuses. Ces résultats pourraient être expliqués d'une part, par l'abondance des fleurs chez *Harungana madagascariensis* ainsi que sa floraison s'observant pendant une longue période. La même espèce a été signalé par Mpawenimana (2013) comme espèce ayant reçu de nombreuses visites des mouches. D'autre part, les fleurs de la famille des Lamiaceae dont fait parti *Hoslundia opposita* sont particulièrement adaptées à la visite par les insectes (Ndayikeza, 2013). Dans son étude, Ndayikeza (2013) a également trouvé que la même famille est visitée par plus d'insectes du fait que ces fleurs sont toujours regroupées et émettent une odeur qui peut être appréciée par les insectes.

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier l'Office Burundais pour la Protection e l'Environnement pour nous avoir donné accès aux échantillons et pour les facilités accordées au cours de nos activités de recherches. Pareils remerciements s'adressent également au Musée Royal de l'Afrique Centrale (MRAC) à Tervuren pour sa contribution dans la détermination des spécimens.

## BIBLIOGRAPHIES

Amina, D., (2008). Contribution à l'étude écologique de la malacofaune de la zone Sud de la région de Tlemcen (Algérie).-Bulletin Scientifique. -Université Aboubeker BELKAID-Tlemcen (Algérie)., 138-153.

AREM, (2011). Enjeux de la pollinisation pour la production agricole en tarn-et-garonne,-Ecole d'Ingénieurs de Purpan, 81p.

Bangirinama, F., (2010). Processus de la restauration écosystémique au cours de la dynamique post-culturelle au Burundi: Mécanisme, caractérisation et séries écologiques. -Thèse de Doctorat. -Université Libre de Bruxelles, 222p.

Dajoz, R., (1985). Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 505 p.

FAO, (2007). Plan d'action de l'Initiative africaine sur les pollinisateurs. Rome, 29 p.

Le Féon, V., (2010). Insectes pollinisateurs dans les paysages agricoles ; Approche pluri-échelle du rôle des

habitats semi-naturels, des pratiques agricoles et des cultures entomophiles. - Thèse de doctorat, Université Rennes 1, 257p.

Laire, X., Drouet, E., Karas, F., Lagarde, M., Mouket, F., (2011). Inventaires entomologiques sur la Réserve Naturelle Régionale de la tourbière de Logné (Communes de Sucé-sur-Erdre et Carquefou, 44), 67p.

Maghni, N., (2006). Contribution à la connaissance des Abeilles sauvages (Hymenoptera; Apoidea) dans les milieux naturels et cultivés de la région de Khenchela. - Mémoire, Université MENTOURI Constantine, 143p.

Mpawenimana, A., (2013). Contribution à l'étude des interrelations entre les pollinisateurs des boisements artificiels, jachères et milieux agricoles riverains dans les plateaux centraux, cas de la province de Gitega, Mémoire. -Bujumbura : Université du Burundi, faculté des Sciences agronomique, Département d'aménagement du milieu et écologie, 81p.

Ndayikeza, L., (2013). Contribution à l'étude des interrelations entre les pollinisateurs et la Réserve Naturelle forestière de Rumonge et ceux des milieux agricoles riverains, Mémoire, -Bujumbura : Université du Burundi, faculté des Sciences agronomiques, Département d'aménagement du milieu et écologie, 97p.

Nzigidahera, B. & Fofu, A., (2010). Les pollinisateurs sauvages dans les écosystèmes forestiers et agricoles du Burundi. - Bull. sc. INECN, 36p.

Redon, M., Chorein, A., (2009). Nouvelles espèces de syrphes (Diptera ; Syrphidae) pour le département du Calvados (Basse-Normandie, France). Invertébrés armoricains (3): 24-24.

Speight, M.C.D., Sarthou, J.-P., (2006). Revision de la liste de Diptères Syrphidae et Microdontidae de France métropolitaine et de Corse : 505 espèces confirmées dont 13 nouvelles pour cette faune. Bulletin de la Société entomologique de France, 111p.

Speight, M.C.D., Sarthou, J.-P., Lair, X., Garrigue, J., Magdalou J.-A., Falgas, B. & Grel, A., (2013). Liste des Syrphes répertoriées dans le département des Pyrénées-Orientales. Les Syrphes de la Massane, synthèse des connaissances et mise en œuvre d'une méthode d'évaluation de l'intégrité écologique des milieux, 50p.

Tompson, F.C., Vockeroth, J.R. & Sedman, Y.S. (1976). Famille des Syrphidae. Un catalogue de Diptères de l'Amerique du Sud des Etats Unis. Vol 46. Musée de zoologie, Université de Sao Paulo, 195p.