

UNIVERSITE DU BURUNDI



FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
MASTER EN SCIENCES ET GESTION INTEGREE DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : GESTION DES RESSOURCES NATURELLES

RAPPORT DE STAGE EFFECTUE A L'OBPE

Thème : **Diversité et écologie des Syrphidae pollinisatrices
du parc national de la Kibira: cas du secteur Teza et
ses écosystèmes environnants**

Par

Eugène SINZINKAYO

Sous l'encadrement de :

Prof Déogratias NDUWARUGIRA (Encadreur)

Msc. Ir. Longin NDAYIKEZA (Co-Encadreur)

Bujumbura, Août, 2023

REMERCIEMENTS

Au terme de notre stage, nous tenons à remercier les personnes qui ont contribué à sa réussite. Nos sincères remerciements s'adressent premièrement au Professeur Déogratias NDUWARUGIRA, encadreur de ce stage et à Msc. Ir Longin NDAYIKEZA, Co-encadreur. Malgré leurs multiples responsabilités et obligations, ils ont accepté de nous guider et encadrer jusqu'à son aboutissement.

Nos remerciements s'adressent également à Ir HATUNGIMANA Berchmans, Directeur Général de l'OBPE pour nous avoir accueilli dans son institution et de nous accorder la permission d'accéder au Parc National de la Kibira pour la collecte des données.

Pareils remerciements s'adressent également aux gestionnaires du Parc National de la Kibira, spécialement ceux du secteur Teza pour nous avoir facilité l'accès à la zone d'étude

Nous disons aussi merci à Msc. MBARUSHIMANA Didier, cadre de l'OBPE, pour son aide en cartographie de la zone d'étude et à Monsieur Mathias NYABENDA, préparateur au Laboratoire de recherche en biodiversité de l'OBPE pour sa collaboration.

Nos sincères remerciements vont également à l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Bruxelles (IRScNB) qui, dans le cadre du programme CEBioS, en partenariat avec l'Office Burundais pour la Protection de l'Environnement a subventionné nos activités de terrain.

Pareils remerciements vont également aux différents scientifiques pour leur contribution en Systématique, notamment Docteur Kurt Jordaens du Musée Royal de l'Afrique Centrale (MRAC) à Tervuren, qu'ils soient assurés de notre reconnaissance.

En fin, à toutes personnes qui ont contribué de près ou de loin pour aboutir à la réussite de ce travail, que notre fierté soit la leur.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	i
TABLE DES MATIERES	ii
LISTE DES FIGURES	iv
LISTE DES TABLEAUX	iv
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I: REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	4
1.1. Pollinisation	4
1.2. Insectes pollinisateurs	5
1.3. Syrphidae pollinisatrices.....	6
1.3.1. Description de la famille des Syrphidae	6
1.3.2. Etat des connaissances sur les Syrphidae.....	8
1.3.3. Importance économique et écologique des Syrphidae.....	9
1.3.4. Menaces des Syrphidae.....	11
CHAPITRE II: ZONE D'ETUDE, MATERIEL ET METHODES	12
2.1. Présentation de la structure d'accueil	12
2.2. Zone d'étude	13
2.3. Collecte des données.....	15
2.5. Analyse des données	17
CHAPITRE III: PRESENTATION DES RESULTATS	19
3.1. Abondance et richesse spécifique des Syrphidae dans la zone d'étude.....	19
3.1.1. Abondance et richesse spécifique observées	19
3.1.2. Abondance et richesse spécifique extrapolées	21
3.2. Effet de la perturbation de l'habitat sur la diversité et l'abondance des Syrphidae.....	22
CHAPITRE IV. DISCUSSION DES RESULTATS	27
CONCLUSION (ET RECOMMANDATIONS/PERSPECTIVES)	29
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	30
ANNEXES	35

SIGLES ET ABREVIATIONS

ANOVA : Analysis of variance

CEBioS: Capacités pour la Biodiversité et le Développement Durable

IRScNB : Institut Royal de Sciences Naturelles de Belgique

MRAC: Musée Royal de l'Afrique Centrale

MVSP: Multi-Variate Statistical Package

NI: Nombre d'individus

OBPE: Office Burundais pour la Protection de l'Environnement

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Morphologie de l'aile de Syrphidae (Photo : Kurt Jordaens et Eugène Sinzinkayo).....	7
Figure 2 : Proboscis de <i>Senaspis elliotii</i> mâle ; B : Proboscis de <i>Rhingia caerulea</i> mâle (Photo : Kurt Jordaens et Eugène Sinzinkayo)	7
Figure 3 : Illustration du mimétisme chez les Syrphidae (Delsinne, 2023).....	8
Figure 4 : Larve de Syrphidae se nourrissant d'un puceron (Delsinne, 2022)	10
Figure 5 : Localisation de la zone d'étude	15
Figure 6 : A : Installation du bac jaune en milieu non forestier ; B : Bac jaune installé en milieu forestier	16
Figure 7 : Préparation et identification des échantillons (A : Tri des spécimens ; B: Epinglage des échantillons ; C: Etiquetage des échantillons; D: Boîte entomologique contenant des échantillons étiquetés ; E: Identification des spécimens (Photos : Sinzinkayo Eugène & Nyabenda Mathias)	17
Figure 8 : Abondance des genres	19
Figure 9 : Courbes d'accumulation des espèces collectées dans les pièges, illustrant l'effort d'échantillonnage.....	22
Figure 10 : Comparaison de la richesse spécifique des Syrphidae aux sites de la zone d'étude ..	23
Figure 11 : Comparaison de l'abondance des espèces des espèces de Syrphidae aux sites de la zone d'étude	24
Figure 12 : Classification hiérarchique ascendante des sites de la zone d'étude en fonction de leur composition spécifique en syrphes	26

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Abondance des espèces de Syrphidae collectées dans la zone d'étude.....	20
Tableau 2 : Classement des sites dans des groupes homogènes par rapport à la richesse spécifique des Syrphidae avec le test de NEWMAN-KEULS	24
Tableau 3 : Classement des sites dans des groupes homogènes par rapport à l'abondance des espèces des Syrphidae avec le test de NEWMAN-KEULS.....	24
Tableau 4 : Indices de diversité des Syrphidae collectés dans les 6 sites d'échantillonnage.....	25
Tableau 5 : Indices de similarité de Jaccard.....	25

INTRODUCTION GENERALE

Au sein de tous les écosystèmes les organismes vivants interagissent. Ces processus se sont mis en place grâce à une coévolution. Les écosystèmes terrestres sont marqués par la dominance d'un groupe de plantes, les angiospermes et par la dominance (en nombre d'espèces) d'un groupe d'arthropodes, les insectes (Bayssac, 2011).

Ainsi, les écosystèmes forestiers constituent un important réservoir naturel pour la nourriture, la reproduction et l'habitat de nombreux organismes vivants, y compris des espèces qui participent à la reproduction sexuée de nombreuses plantes par biais de pollinisation (Ollerton et al. 2011). En effet, les plantes fournissent du pollen et du nectar comme nourriture aux pollinisateurs qui, à leur tour, participent au transfert du pollen de l'anthère d'une fleur jusqu'au stigmate de cette même fleur (autopollinisation) ou d'une autre fleur appartenant à la même plante ou à la plante différente d'une même espèce (pollinisation croisée) (Benachour, 2008). Il s'agit donc d'une relation mutualiste entre les plantes à fleurs et les pollinisateurs à l'absence de laquelle certaines plantes ne pourraient pas réaliser facilement leur cycle de vie et finiraient par disparaître (Bayssac, 2011).

Toutefois, depuis la fin des années 1990, de nombreux auteurs (Allen-Wardell et al., 1998 ; Kearns et al., 1998 ; Ropars et al. 2017) attestent un déclin des pollinisateurs. La diversité et l'abondance des espèces pollinisatrices diminuent fortement à travers le monde (Bayssac, 2011). Des programmes de suivi et de conservation, des études à long terme réalisées par des chercheurs, des enquêteurs individuels et des Programmes Héritage régionaux fournissent aussi des preuves de déclin de plusieurs espèces de pollinisateurs (Chagnon, 2008). Plusieurs facteurs biotiques et abiotiques peuvent être liés à ce déclin (Hodkinson 2005), mais un accent particulier est mis sur la dégradation forestière.

Dans certaines localités du Burundi, les écosystèmes naturels sont en perpétuelle perturbation principalement liée aux activités anthropiques qui sont à l'origine de la perte de plusieurs hectares de forêts chaque année souvent en remplacement avec les champs agricoles et les villes. Cette situation a aminci, voire même effacé les milieux naturels dans certains endroits du pays,

ce qui met en danger la vie de nombreux organismes vivant se développant au dépend de ces écosystèmes.

Les Syrphidae, une des familles d'insectes Diptères, font partie des organismes entretenant de bonnes relations avec les plantes tant cultivées que forestières. Parmi les Diptères, elles sont les plus connues dans le processus de pollinisation des plantes après les abeilles (Mitra et al. 2005). C'est une famille très vaste avec plus de 6200 espèces décrites dans le monde et approximativement 610 espèces provenant de 62 genres décrites dans la région afrotropicale (Pape et al., 2013).

Cependant, leur connaissance systématique régionale reste sensiblement inégale. En Afrique tropicale, bien que plusieurs auteurs dont Henri (1998), Andrew (2003) et Pape et al., (2013) aient abordé la description d'espèces et listes faunistiques des Syrphidae, un manque de connaissance systématique de ce groupe taxonomique persiste encore dans plusieurs localités de cette région. Au Burundi, le premier travail portant sur la description des Syrphidae a permis de signaler 26 espèces (Sinzinkayo et al., 2016) contre 610 décrites en Afrique tropicale (Pape et al., 2013). Cette insuffisance de connaissances sur la taxonomie des syrphes du Burundi constitue un handicap important pour la compréhension des interrelations qui existeraient entre ces organismes et leur environnement à l'échelle locale.

C'est pour cette raison qu'une étude intitulée « Diversité et écologie des Syrphidae pollinisatrices du parc national de la Kibira: cas du secteur Teza et ses écosystèmes environnants » est menée.

L'objectif global de cette étude est de contribuer à la connaissance des Syrphidae du secteur Teza du Parc National de la Kibira en vue de comprendre les interrelations qui existent entre ces organismes et leur environnement.

Plus spécifiquement, l'étude vise à:

- Identifier et inventorier les Syrphidae présentes dans la zone d'étude ;

- Evaluer l'effet de la perturbation de l'habitat sur l'abondance et diversité des Syrphidae de la zone d'étude.

Cette étude est fondée sur l'hypothèses suivante :

La dégradation forestière aurait un impact sur la diversité des Syrphidae pollinisatrices.

CHAPITRE I: REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Pollinisation

Les relations entre les plantes et les autres êtres vivants sont établies au cours de l'évolution. Parmi les interactions entre les plantes et les insectes, la pollinisation par une espèce animale (zoogamie) est un processus essentiel dans le fonctionnement des écosystèmes (Bayssac, 2011).

La pollinisation consiste en un transfert de pollen de l'anthere d'une fleur jusqu'au stigmate de cette même fleur (autopollinisation) ou d'une autre fleur appartenant à la même plante ou à la plante différente d'une même espèce (pollinisation croisée). C'est la première étape au cours de laquelle les gamètes mâles et les gamètes femelles vont se rencontrer. Selon Bachour (2008) et Nzigidahera et Fofo (2010), ce transfert peut être effectué par différents vecteurs entre autres:

- Le vent (pollinisation anémophile);
- L'eau (pollinisation hydrophile);
- Les animaux (pollinisation zoophile) dont:
 - 1) Les mollusques (pollinisation malacophile);
 - 2) Les oiseaux (pollinisation ornithophile) et à titre d'exemple certaines espèces tropicales d'oiseaux comme le colibri ou oiseau mouche;
 - 3) Les insectes (pollinisation entomophile);
 - 4) Les chauves-souris (pollinisation chiropterophile);
 - 5) Des petits marsupiaux.

Le nombre et la variété des pollinisateurs influent fortement sur la biodiversité végétale et inversement. Il a été récemment montré que la production de fruits et graines augmente dans les écosystèmes ou jardins présentant la plus grande diversité de pollinisateurs.

1.2. Insectes pollinisateurs

La pollinisation entomophile est un facteur clé dans la reproduction sexuée d'un grand nombre d'espèces végétales. C'est un des services écosystémiques rendus par la biodiversité, très important pour l'agriculture et la culture des arbres fruitiers. Lorsque le pollinisateur va chercher le pollen ou le nectar sur une fleur, son corps se couvre de pollen qui est transporté jusqu'au stigmate de la prochaine fleur (Isabelle, 2010).

Ainsi, chaque insecte est souvent spécialisé pour collecter le pollen d'une ou de quelques espèces végétales en particulier ; le pollen subit un transport ciblé jusqu'à une autre fleur de la même espèce. Il peut donc y avoir une hiérarchie dans les stimuli qui impliquent un choix de plantes et même parfois des exigences sélectives de certains pollinisateurs envers leurs plante-hôtes. Au regard de tels comportements, les pollinisateurs sont qualifiés de monolectiques, oligolectiques ou de polylectiques (Chagnon, 2008).

Un pollinisateur polylectique est en quelque sorte un généraliste, car il exploite un grand nombre d'espèces de plantes à fleurs. Lorsqu'un pollinisateur ne fréquente qu'un très petit nombre de plantes à fleurs d'une même famille, il est qualifié d'oligolectique. Très peu d'espèces sont oligolectiques, mais beaucoup d'abeilles solitaires le sont, notamment *Bombus gerstaeckeri*, qui fréquente exclusivement des espèces du genre *Aconitum* (Chagnon, 2008). Un pollinisateur oligolectique continuera de butiner un très petit nombre de plantes même si d'autres ressources de pollen sont disponibles. Enfin, les espèces monolectiques se limitent strictement à une seule espèce de plante ou à quelques espèces qui lui sont très étroitement apparentées. Le monolectisme est encore beaucoup plus rare que l'oligolectisme. Il s'observe à titre d'exemple notamment chez certains hyménoptères pollinisateurs d'orchidés (Benachour, 2008).

Les insectes pollinisateurs connus dans le monde sont regroupés dans cinq ordres mais leurs caractères diffèrent d'un ordre à l'autre. Ce sont les ordres des Hyménoptères, des Diptères, des Coléoptères, des Lépidoptères et des Hémiptères (Baude, 2011).

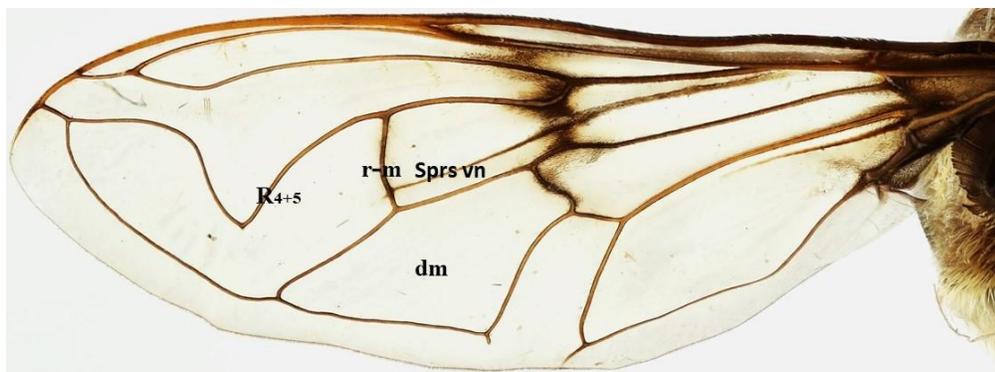
Les diptères sont près de 140 000 espèces dans le monde. Les brachycères « antennes courtes » rassemblent les mouches reconnaissables avec leurs gros yeux à facettes (Baude, 2011). C'est dans ce groupe que l'on rencontre les espèces qui se nourrissent du nectar et/ou du pollen. Parmi les composants de ces dernières, les syrphes (Syrphidae) sont les plus étudiés dans le cadre de la pollinisation (Le Féon, 2010).

1.3. Syrphidae pollinisatrices

1.3.1. Description de la famille des Syrphidae

Tout d'abord, le mot "Syrphidae" est le nom scientifique (latin) d'une famille de mouches. Egalement connues en anglais sous le nom de Hoverfly ou Flower fly, les Syrphidae composent une famille des Diptères, insectes possédant seulement une paire d'ailes membraneuses. La taille varie d'environ 3 mm à 25 mm. Les Syrphes sont reconnaissables facilement sur le terrain en raison de leur comportement de vol. Beaucoup athlétiques dans l'air, elles volent de façon très particulière en faisant du sur place (Gretia, 2009).

Elles présentent dans leur morphologie un élément tout à fait caractéristique au niveau de la nervation des ailes. L'aile présente un « faux bord » formé par la nervure transversale médio-cubitale et une branche de la nervure médiane qui décrit une courbe et court parallèlement au bord de l'aile pour fermer la cellule postérieure. Il y a également chez presque toutes les espèces une « fausse nervure », la vena spuria, située entre le secteur radial et les nervures médianes, constituée d'un épaissement de la membrane alaire qui n'est relié à aucune nervure véritable (Speight & *al.*, 2013 et Jayita & *al.*, 2017) (Figure 1).



sprs vn: Vena spuria; **R4+5:** Fourth vein; **r-m:** Anterior cross-vein; **dm:** Discal cell

Figure 1 Morphologie de l'aile de Syrphidae (Photo : Kurt Jordaens et Eugène Sinzinkayo)

Les adultes se nourrissent de nectar, pollen et de miellat de pucerons. Chaque espèce possède une trompe (ou proboscis) adaptée à son régime alimentaire, nectar, pollen ou les deux (Figure 2). Les larves sont zoophages (surtout pucerons) ou phytophages ou saprophages. Les syrphes sont caractérisées par un processus respiratoire postérieur constitué de deux tubes accolés (Speight et al., 2013).

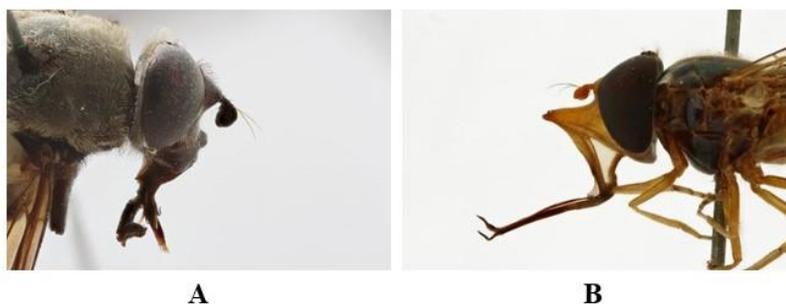


Figure 2 : Proboscis de Senaspis elliotii mâle ; B : Proboscis de Rhingia caerulescens mâle (Photo : Kurt Jordaens et Eugène Sinzinkayo)

Ces mouches imitent souvent les formes et les couleurs vives de certaines espèces d'hyménoptères (bourdons, abeilles, guêpes, ...) dont elles se servent pour se protéger contre les prédateurs, principalement des oiseaux ou d'autres insectes par effet mimique. Elles sont, de ce fait, rapidement confondues avec des guêpes, des abeilles ou des bourdons (Figure 3).

On les rencontre souvent sur les fleurs des plantes, recherchant le nectar et le pollen dont elles se

nourrissent et contribuant ainsi à leur pollinisation (GARRIN & HOUARD, 2015).

Les larves ont de multiples régimes alimentaires et fréquentent en fonction des espèces des milieux aquatiques et/ou terrestres. Les larves aquatiques sont microphages. D'autres semi-aquatiques sont détritivores et se nourrissent de déchets organiques. D'autres espèces sont phytophages, leur alimentation étant constituée de différentes parties de plantes (bulbes, tiges, feuilles, fleurs...). D'autres encore sont mycophages et se développent dans les champignons (GARRIN & HOUARD, 2015).

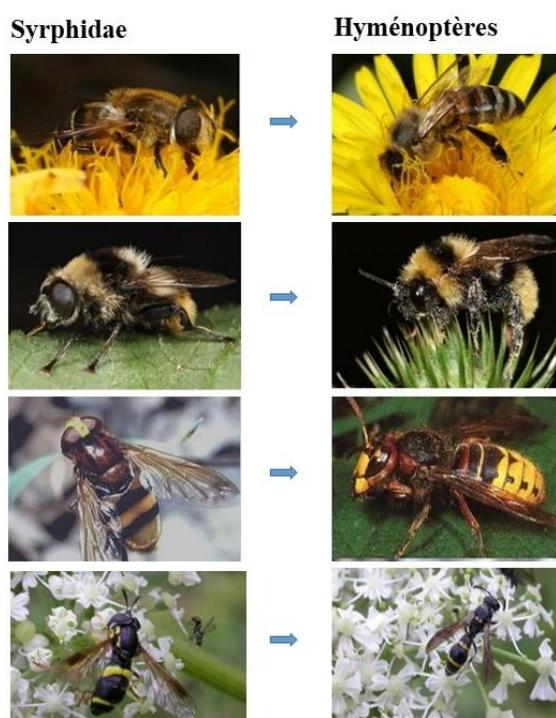


Figure 3 : Illustration du mimétisme chez les Syrphidae (Delsinne, 2023)

1.3.2. Etat des connaissances sur les Syrphidae

Au sein des Diptères, les Syrphidae constituent l'une des plus vastes familles avec plus de 6200 espèces comprenant 210 genres décrites dans le monde (Pape et al. 2013) avec la plus grande diversité en espèces dans la région néotropicale (Reemer 2013; Reemer & Ståhls, 2013). Dans la région afrotropicale, approximativement 610 espèces provenant de 62 genres sont connues (Biel-

la et al. 2022). Cependant, dans quelques dernières années, des dizaines de nouvelles espèces de Syrphidae afrotropicales ont été découvertes et attendent leur description (Biella et al. 2022).

Trois sous-familles étaient traditionnellement connues, la sous-famille d'Eristalinae, la sous-famille de Microdontinae et la sous-famille de Syrphinae mais une quatrième sous-famille a été isolée parmi les Syrphinae par Mengual et al. (2015). Il s'agit de la sous-famille des pipizinae (absente dans la région afrotropicale).

Les Syrphidae sont présents dans presque tous les milieux terrestres, hormis les plaines 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 (Sarhou et al., 2005 ; Rijn et al., 2013).

De manière générale, cette famille est relativement mieux étudiée que les autres familles de Diptères. Selon Lair et Elder (2009), la faune et le statut des syrphes sont assez bien connus en France, notamment depuis le début des années 2000, date à partir de laquelle des entomologistes ont activement recherché ces mouches sur les trois départements bas-normands. Une liste d'espèces rencontrées sur le département de la Manche est régulièrement tenue à jour. Sur le massif de Cerisy, les premiers éléments relatifs à ce groupe d'insectes sont fournis par Elred & Constantin (1996), cité par Lair, 2009 et Elder dans le cadre d'un inventaire de l'entomofaune de la réserve naturelle nationale de la forêt domaniale de Cerisy.

Au Burundi, le seul travail portant sur l'étude des Syrphidae a recensé 26 espèces dans dix sites comprenant les écosystèmes forestiers et les agroécosystèmes (Sinzinkayo et al., 2017).

1.3.3. Importance économique et écologique des Syrphidae

Les insectes pollinisateurs particulièrement les syrphidés sont d'une grande importance

économique mise en évidence notamment en agriculture. Ils 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. Toutefois, ce service se fait de plus en plus rare à cause de deux facteurs principaux, notamment l'augmentation des surfaces à polliniser et la diminution du nombre de pollinisateurs (AREM, 2011).

Ainsi, Ces mouches notamment connus pour leur ressemblance avec les hyménoptères (guêpes, boudons et abeilles), dont elles minent l'apparence et parfois le comportement jouent un rôle non seulement économique mais aussi écologique majeur dans les écosystèmes, à différents stades du cycle de vie. 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. Ils constituent l'un des facteurs influents dans l'évolution des écosystèmes forestiers (Redon & Chorein, 2009).

L'apport écologique des syrphes est également identifié au stade larvaire. Leurs larves se nourrissent de pucerons responsables de la destruction de beaucoup de plantes tant cultivées que forestières, en quantités pouvant atteindre plus d'un millier d'individus pour un seul syrphe (Figure 4). Leur intérêt dans le cadre de la lutte biologique et de la lutte de conservation est largement reconnu (Speight et al., 2013).



Figure 4 : Larve de Syrphidae se nourrissant d'un puceron (Delsinne, 2022)

1.3.4. Menaces des Syrphidae

La fragmentation et la perte d'habitats sont deux types de perturbations reconnues comme des facteurs importants de la perte de biodiversité, tant à l'échelle mondiale que locale. La perte d'habitats fait référence à la perte d'un milieu naturel issu d'une succession primaire, c'est-à-dire un milieu d'origine naturelle. La fragmentation d'un habitat est le morcellement d'un habitat donné en fragments souvent trop petits pour assurer la viabilité de populations de toutes les espèces. Les pollinisateurs et plus particulièrement les syrphidés ne sont pas à l'abri de ce type de perturbation (Kearns et Inouye, 1997). À la suite d'une perte d'habitats, il devient plus difficile pour les syrphidés, de maintenir une structure de métapopulation, c'est-à-dire un ensemble de populations séparées dans l'espace, mais interconnectées par des flux d'individus. Une perte ou une réduction de l'accès à des corridors de ressources florales peut freiner ou empêcher un contact avec des populations sources qui permettraient une recolonisation et un renouvellement génétique. Cependant, les autres facteurs comme l'utilisation de pesticides, la pollution, les impacts de l'agriculture, etc. doivent aussi être pris en considération (Chagnon, 2008).

CHAPITRE II: ZONE D'ETUDE, MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation de la structure d'accueil

Nous avons effectué notre stage à l'Office Burundais pour la Protection de l'Environnement (OBPE).

L'OBPE a été créé par décret n°100/240 du 29 octobre 2014 portant création, missions, organisation et fonctionnement de l'Office. Ce décret lui offre un statut d'Etablissement Public doté de la personnalité juridique, d'un patrimoine propre et d'une autonomie financière et administrative.

L'OBPE est une des Directions Générales placées sous tutelle du Ministère ayant l'environnement dans ses attributions.

- **Missions de l'OBPE**

L'Office Burundais pour la Protection de l'Environnement est un office créé à durée indéterminée. Il est érigé en une Direction Générale dirigée par un Conseil d'Administration. Ses missions sont de :

- Veiller au respect du code de l'eau, du code forestier, du code de l'environnement et autres textes en rapport avec la protection de l'environnement;
- Mettre en place et faire le suivi des mécanismes de commerce et d'échanges internationaux des espèces de faune et de flore;
- Faire respecter les normes environnementales et proposer toutes les mesures de sauvegarde et de protection de la nature;
- Assurer le suivi et l'évaluation des programmes de développement pour s'assurer du respect des normes environnementales dans la planification et l'exécution de tous les projets de développement, susceptibles d'avoir un impact négatif sur le développement ;

- Veiller à la mise en œuvre des obligations découlant des Conventions et Accords Internationaux relatifs à l’environnement auxquels le Burundi est partie;
 - Identifier et proposer des nouvelles Aires à protéger et d’autres zones riches en biodiversité nécessitant des mesures spéciales de protection ;
 - Entreprendre et encourager les recherches et les mesures d’accompagnement pour le maintien de la diversité biologique ;
 - Etablir les normes de qualité des essences forestières;
 - Mettre en place des mécanismes d’atténuation et adaptation aux changements climatiques
 - Préparer les dossiers techniques pour la Commission Nationale de l’Environnement.
- **Organisation administrative de l’OBPE**

L’OBPE comprend une Direction Générale dirigée par un conseil d’Administration. La direction générale comprend trois Directions :

1. Direction des Forêts ;
2. Direction de l’environnement et de Changements Climatiques ;
3. Direction Administrative et Financière.

Le service de recherche en Biodiversité, où notre stage a été mené, est dirigé au niveau de la direction des forêts (<http://obpe.bi/index.php/fr-fr/#>).

2.2. Zone d’étude

Situé au Nord-ouest du Burundi, le Parc National de la Kibira couvre 40.800 ha avec une longueur de 80 km depuis Bugarama au Sud (Muramvya) passant par Bubanza jusqu’au Rwanda au Nord (Kayanza et Cibitoke) et une largeur ne dépassant jamais 8 km. Le Parc s’étend entre 2°36’52’’ et 3°17’08’’ de latitude Sud et entre 29°13’31’’ et 29°39’09’’ de longitude Est. Le relief est marqué par des pentes vives de part et d’autre de la crête Congo-Nil et l’altitude varie de 1600 m à 2666 m. Le climat est de type tropical d’altitude à tendance tempérée marqué par son caractère montagnard (Krug, 1993).

La végétation du PNK est caractérisée par la forêt ombrophile de montagne. Plus de 644 espèces végétales y sont déjà connues (Nzigidahera, 2007). Les plantes importantes pour les pollinisateurs au Parc National de la Kibira sont les plantes des genres *Crassocephalum* et *Solanecio* et les espèces *Kotschia africana*, *Crotalaria pallida* et *Euphorbia hirta* (Ndayikeza, 2015).

En milieu riverain, le parc est entouré des prairies et des champs de cultures vivrières et industrielles comme le thé et le café. On y rencontre également des cultures maraîchères, des tubercules et racines comme les patates douces et les pommes de terre. Les arbres fruitiers sont dominés par l'avocatier (Nzigidahera & Fofu, 2010).

Dans le cadre de la présente étude, six habitats situés au secteur Teza ont été choisis. Ces habitats sont regroupés en en deux catégories : l'habitat forestier et l'habitat non forestier comprenant chacun 3 sites.

L'habitat non forestier comprend le site 1 (3°256915'S 29°549557'E, 2539m), le site 2 (3°254645'S 29°548079'E, 2536m) et le site 3 (3°252586'S 29°549894'E, 2538m). Etant situés à l'extérieur de la forêt, la végétation y est constituée par des jachères, des prairies, des champs de cultures et des peuplements essentiellement d'eucalyptus au stade perchis au site 1 et un fourré aux sites 2 et 3. Les plantes les plus dominantes appartiennent à la famille des Asteraceae. La strate herbacée est dominée par les espèces du genre *bidens* et *Crassocephalum*. La strate arbustive est dominée essentiellement par *Cenecio maranguensis*, *Galinsoga parviflora* et *Ageratum conyzoides*.

A l'origine, ces sites étaient couverts de forêts et les vestiges se rencontrent encore çà et là. La forte pression anthropique caractérisant cette zone a occasionné une recule forestière se traduisant par la disparition presque totale de formations naturelles au profit de l'agriculture. Les espaces déboisés sont maintenant le siège de l'agriculture des cultures vivrières essentiellement saisonnières comme le maïs, le haricot et le petit pois.

L'habitat forestier comprend le site 4 ($3^{\circ}25'28.32''S$ $29^{\circ}54'56.53''E$, 2537m), le site 5 ($3^{\circ}25'37.74''S$ $29^{\circ}54'18.2''E$, 2540m) et le site 6 ($3^{\circ}25'9.605''S$ $29^{\circ}54'66.41''E$, 2541m). Comme l'ensemble du Parc, la végétation y est caractérisée par la forêt ombrophile de montagne (Figure 5).

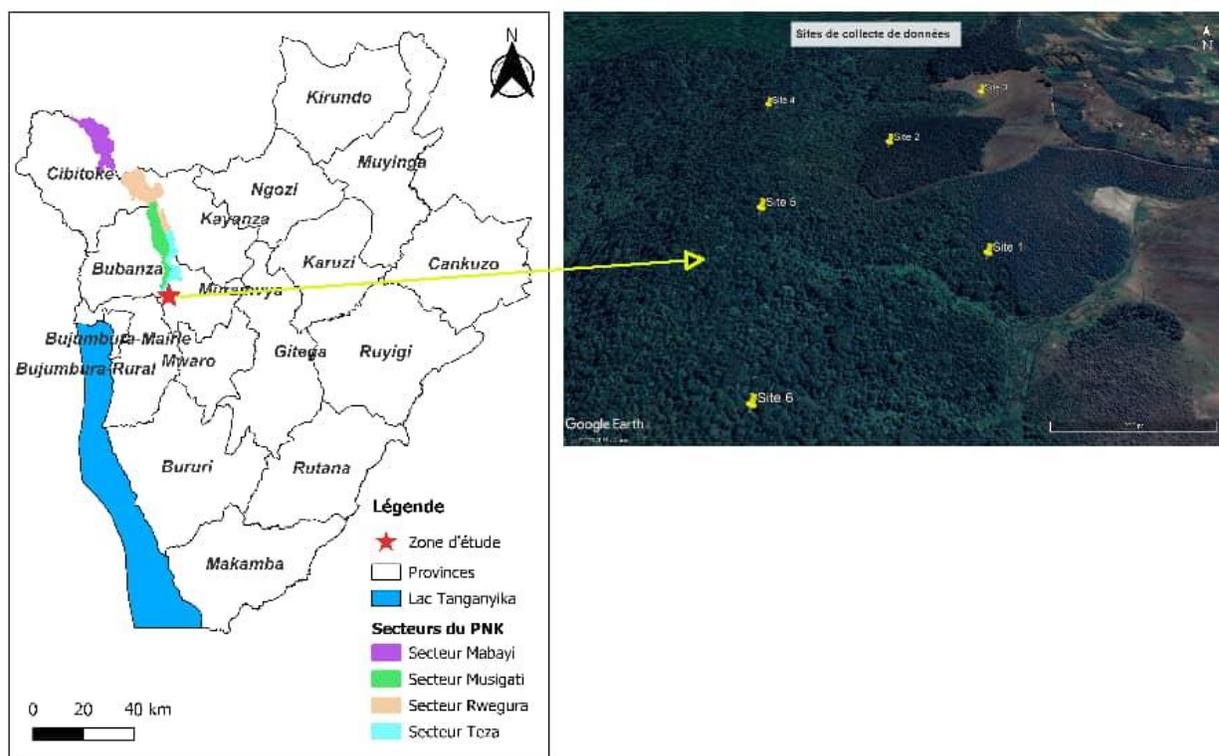


Figure 5 : Localisation de la zone d'étude

2.3. Collecte des données

L'échantillonnage des Syrphidae s'est étendu de la mi-mars au juillet 2023 aux six sites dont trois correspondent à l'habitat forestier (intérieur de la forêt) et trois autres à l'habitat non forestier (extérieur de la forêt).

Les spécimens ont été capturés à l'aide des pièges à bacs colorés en jaunes.

En effet, soixante pièges installés dans 6 sites à la mi-mars 2023 ont fonctionné jusqu'en juillet 2023. A chaque site, dix bacs colorés en jaune distant de 10 cm l'un de l'autre étaient installés le

long d'un transect de 100m pour piéger les Syrphidae. L'emplacement du piège est primordial pour maximiser son efficacité de capture (Ozanne 2005a, 2005b). De ce fait, le choix des lignes de transects a suivi, notamment en forêt, des zones éclairées où l'exposition et l'attractivité des pièges étaient optimales (Figure 6).

Les bacs étaient remplis d'une solution aqueuse de 0,1% de détergent. En se référant au protocole de l'utilisation des bacs jaunes utilisé par Francis et *al.* (2003) lors de l'évaluations de la présence des Syrphidae (Diptera) en culture maraîchères et relation avec les populations aphidiennes, les relevés des pièges installés le matin à 7:00 étaient collectés le soir à 17:00 et conservé dans des flacons contenant une solution à 70% d'éthanol. En plus, une étiquette sur laquelle sont marqués la date, le nom du site, le nom du collecteur et le numéro du piège était ajoutée. Les transects, étant numérotés de T1 à T6 selon les numéros des sites, chaque piège porte aussi un numéro (de P1 à P10) et un autre numéro (de T1 à T6) précisant le transect où il était installé. Ces flacons étaient ensuite transportés au laboratoire de recherche en biodiversité de l'OBPE.



Figure 6 : A : Installation du bac jaune en milieu non forestier ; B : Bac jaune installé en milieu forestier

2.4. Identification des spécimens

Les relevés des pièges conservés en alcool ont été triés au laboratoire. Les individus non Syrphidae des différents groupes taxonomiques ont été séparés des Syrphidae et conservés au laboratoire de recherche en biodiversité de l'OBPE. Les syrphes ont été épinglés, séchés,

étiquetés puis identifiés (Figure 7).

Les principales clés utilisées pour la détermination sont celles de Skevington & Thompson (2014) et Le Peletier & Serville (1828), régulièrement complétées par la consultation d'autres publications générales ou spécialisées suivant les genres étudiés et des collections de référence des Syrphidae afrotropicales conservées à l'OBPE. L'observation a été faite à l'aide d'un stéréomicroscope binoculaire. Les spécimens des Syrphidae sont actuellement conservés au laboratoire de recherche en biodiversité de l'OBPE à Bujumbura.

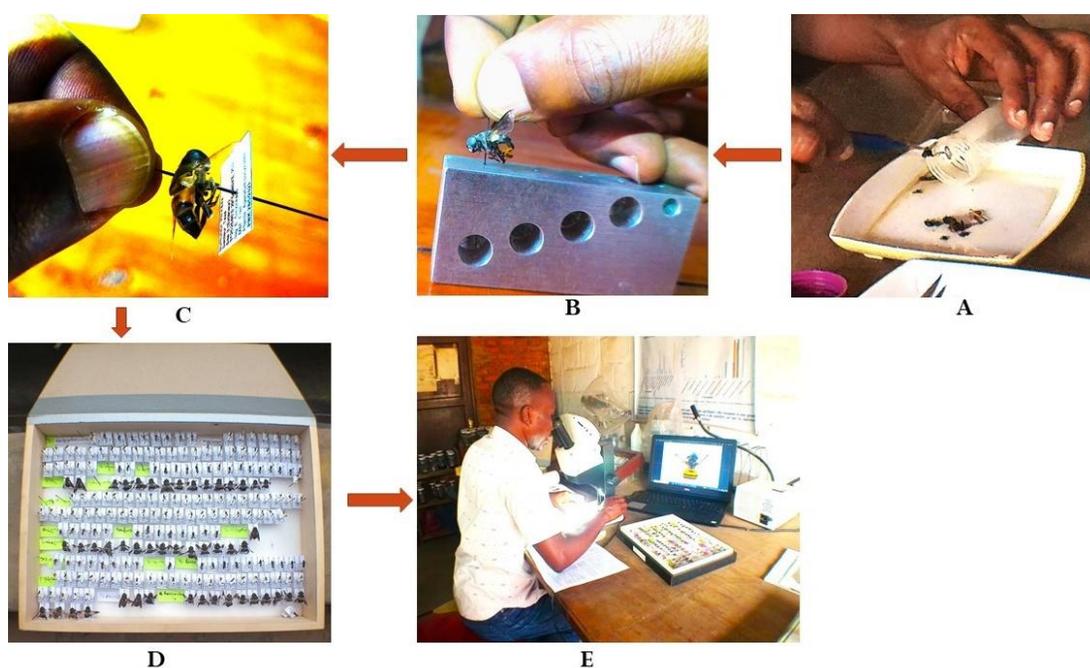


Figure 7 : Préparation et identification des échantillons (A : Tri des spécimens ; B: Epinglage des échantillons ; C: Etiquetage des échantillons; D: Boîte entomologique contenant des échantillons étiquetés ; E: Identification des spécimens (Photos : Sinzinkayo Eugène & Nyabenda Mathias)

2.5. Analyse des données

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel EstimateS 9.1.0 (Robert Colwell, 2013) (<http://purl.oclc.org/estimates>), le logiciel R 3.6.2 et le logiciel MVSP.

Le logiciel EstimateS 9.1.0 a permis notamment de créer des courbes d'accumulation d'espèces

en fonction de l'effort d'échantillonnage et d'évaluer le nombre total d'espèces présentes dans la zone d'étude grâce à l'estimateur du nombre total d'espèces présentes CHAO 1.

L'extrapolation de l'abondance et la richesse spécifique des Syrphidae a également été faite grâce au logiciel R 3.6.2. Le même logiciel a aussi été utilisé pour comparer la diversité et l'abondance des Syrphidae dans les différents sites grâce à l'analyse de la variance ANOVA et au test de NEWMAN-KEULS. Ce test permet de classer les résultats dans des groupes homogènes. En effet, les valeurs auxquelles sont affecté les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes.

Le logiciel MVSP a permis de calculer de nombreux indices de diversité (Simpson, Shannon et Brillouin). Comme le calcul de chaque indice se base sur des propriétés différentes des assemblages collectés, il est intéressant de les comparer afin de mieux interpréter les résultats (Delsinne,2022).

Par ailleurs, afin de comparer la faune des Syrphidae des différents sites et d'analyser la similarité entre eux, l'indice de similarité de Jaccard entre chaque paire de sites a été calculé à l'aide du logiciel MVSP. Avec le même logiciel, nous avons également effectué une Classification hiérarchique ascendante des sites de la zone d'étude en fonction de leur composition spécifique en syrphes par analyse du coefficient de Jaccard.

CHAPITRE III: PRESENTATION DES RESULTATS

3.1. Abondance et richesse spécifique des Syrphidae dans la zone d'étude

3.1.1. Abondance et richesse spécifique observées

Au court de cette étude, 302 syrphes ont été collectés à l'aide des pièges à bacs colorés. Ces syrphes appartiennent à 2 sous familles à savoir la sous famille d'Eristalinae et la sous famille de Syrphinae. Ils sont répartis dans 14 genres et 37 espèces (Tableau 1).

La sous famille des Syrphinae est la plus représentée avec 165 individus, dominée par le genre *Toxomerus* qui totalise 97 individus, soit 32,12% de tous les spécimens collectés ; suivi du genre *Episyrphus* représenté par 24 individus, soit 7,95% des spécimens collectés.

Au sein des Eristalinae, le genre *Syritta* domine avec 44 individus, soit 14,57% de l'effectif total ; suivi des genres *Senaspis* et *Anasimyia* représentés respectivement par 32 spécimens, soit 10,6% et 29 spécimens, soit 9,6% de tous les individus collectés (Figure 8).

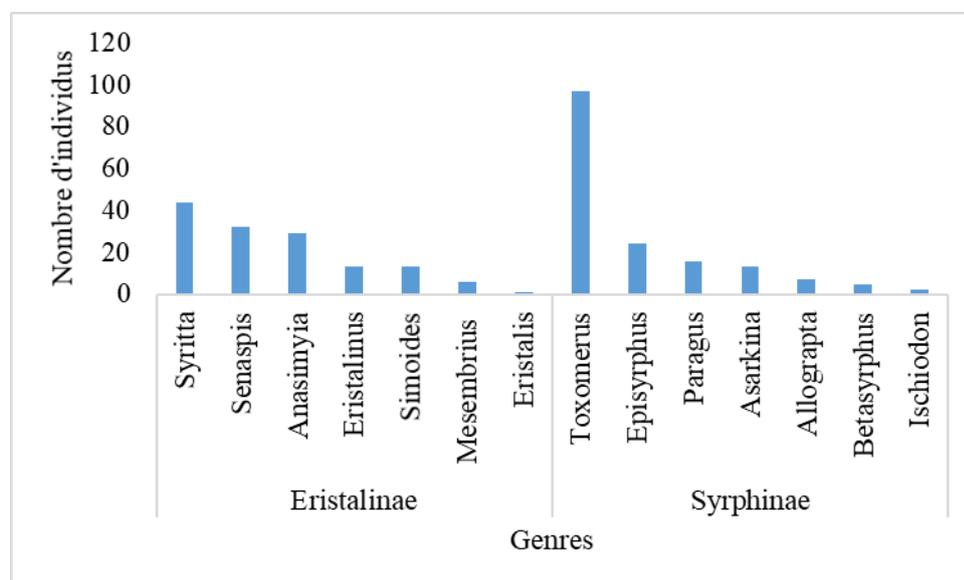


Figure 8 : Abondance des genres

A l'échelle spécifique, la structure des abondances est aussi très déséquilibrée, avec quelques espèces très abondantes et beaucoup d'espèces rares. Les espèces les plus abondantes sont,

notamment *Toxomerus floralis* qui est représenté par 97 individus, soit 32,12% de l'effectif total ; suivie de *Anasimyia* sp. totalisant 29 individus, soit 9,6% de tous les spécimens, puis *Senaspis haemorrhoea* et *Syritta hirta* qui égalisent avec 26 individus chacun, soit 8,61%. Ensuite viennent *Episyrphus trisectus* comptant 24 individus, soit 7,95% de l'effectif total et *Simoides crassipes* représenté par 13 individus, soit 4,30% des spécimens collectés. Les autres espèces sont représentées chacune par moins de 10 individus dont 11 ne comptant qu'un unique spécimen chacune, soit 0,33% de l'effectif total. Il s'agit de *Eristalinus* sp.1, *Eristalis plumipes*, *Mesembrius perforatus*, *Allograpta* sp.1, *Allograpta* sp.2, *Allograpta* sp.3, *Allograpta* sp.4, *Allograpta calopoides*, *Ischiodon aegyptius*, *Ischiodon* sp.1, *Paragus azureus*, *Paragus haemorrhoeans* (Tableau 1).

Tableau 1 : Abondance des espèces de Syrphidae collectées dans la zone d'étude

Sous famille	Genre	Espèce	NI	A.R (%)
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.	29	9,60
	<i>Eristalinus</i>	<i>myiatropinus</i>	6	1,99
		<i>andersoni</i>	4	1,32
		<i>Eristalinus</i> sp.1	1	0,33
		<i>quinquelineatus</i>	2	0,66
	<i>Eristalis</i>	<i>plumipes</i>	1	0,33
	<i>Mesembrius</i>	<i>caffer</i>	5	1,66
		<i>perforatus</i>	1	0,33
	<i>Senaspis</i>	<i>dibapha</i>	6	1,99
		<i>haemorrhoea</i>	26	8,61
	<i>Simoides</i>	<i>crassipes</i>	13	4,30
	<i>Syritta</i>	<i>austeni</i>	7	2,32
		<i>bulbus</i>	3	0,99
		<i>flaviventris</i>	4	1,32
		<i>hirta</i>	26	8,61
		<i>leona</i>	2	0,66
		<i>stigmatica</i>	2	0,66
Syrphinae	<i>Allograpta</i>	<i>Allograpta</i> sp. 1	1	0,33
		<i>Allograpta</i> sp. 2	1	0,33
		<i>Allograpta</i> sp. 3	1	0,33
		<i>Allograpta</i> sp.4	1	0,33
		<i>calopoides</i>	1	0,33
		<i>hypoxantha</i>	2	0,66
	<i>Asarkina</i>	<i>Asarkina</i> sp.1	3	0,99
		<i>Asarkina</i> sp.2	3	0,99

		<i>Asarkina</i> sp.3	2	0,66
		<i>punctifrons</i>	5	1,66
	<i>Betasyrphus</i>	<i>adligatus</i>	5	1,66
	<i>Episyrphus</i>	<i>trisectus</i>	24	7,95
	<i>Ischiodon</i>	<i>Ischiodon</i> sp.	1	0,33
		<i>aegyptius</i>	1	0,33
	<i>Paragus</i>	<i>azureus</i>	1	0,33
		<i>borbonicus</i>	5	1,66
		<i>haemorrhoids</i>	1	0,33
		<i>logiventris</i>	7	2,32
		<i>minutus</i>	2	0,66
	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>	97	32,12
2	14	37	302	100,00

3.1.2. Abondance et richesse spécifique extrapolées

Les indices statistiques permettant d'évaluer le nombre total d'espèces présentes dans les sites de la zone d'étude ont été calculés à partir des données cumulant l'ensemble des relevés de toute la période d'échantillonnage. L'estimateur CHAO 1 évalue le nombre total d'espèces présentes à 49. La comparaison de cette valeur avec celle de la richesse effectivement observée (37 espèces) permet d'estimer qu'environ les trois-quarts (75%) des espèces vraisemblablement présentes dans la zone d'étude ont été trouvés lors de la présente étude. L'échantillonnage réalisé peut être considéré satisfaisant.

Toutefois, la figure 9 montre que les courbes d'accumulation des espèces n'ont pas encore atteint un palier. Ce qui fait penser qu'un échantillonnage supplémentaire pourrait permettre de découvrir d'autres espèces de Syrphidae pollinisatrices dans la zone d'étude.

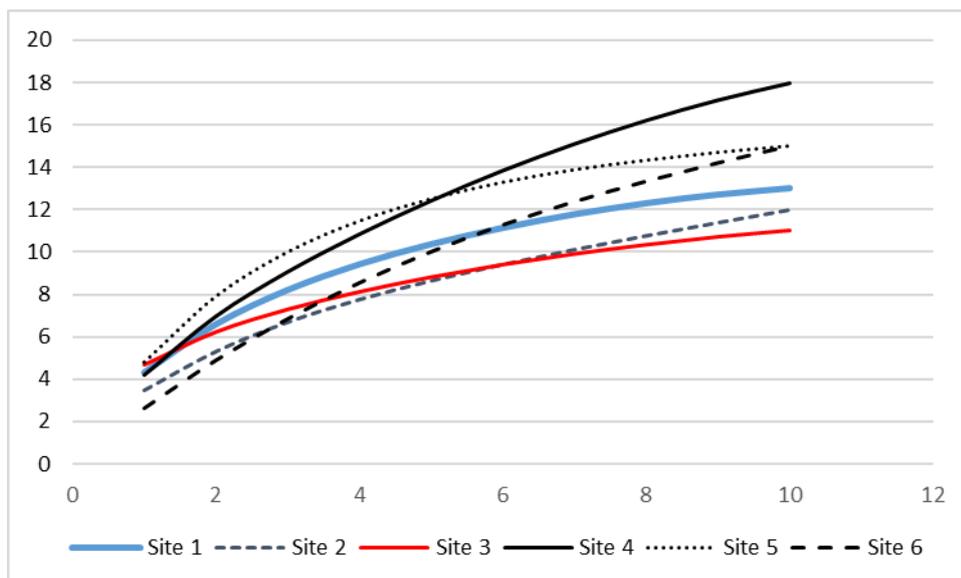


Figure 9 : Courbes d'accumulation des espèces collectées dans les pièges, illustrant l'effort d'échantillonnage

3.2. Effet de la perturbation de l'habitat sur la diversité et l'abondance des Syrphidae

Sur un total de 302 syrphes collectés, 67 répartis dans 13 espèces proviennent du site 1. Le genre *Syrpitta* est le plus représenté en ce qui est de la richesse spécifique avec 4 espèces. L'espèce la plus abondante est *Toxomerus floralis* représentée par 29 individus.

Soixante individus appartenant à 12 espèces proviennent du site 2. *Syrpitta* est le genre le plus riche avec 3 espèces. Au niveau spécifique, *Toxomerus floralis* présente toujours des effectifs relativement élevés avec 24 individus.

Au site 3, cinquante-six spécimens provenant de 11 espèces ont été collectés. La richesse spécifique au sein des genres est relativement faible. A part *Syrpitta* et *Senaspis* comptant chacun 2 espèces, les autres genres sont représentés chacun par une seule espèce. *Toxomerus floralis* est l'espèce numériquement dominante avec 18 individus.

Le site 4 compte 42 individus répartis dans 18 espèces. Les genres *Syrpitta* et *Asarkina* sont les plus riches chacun avec 3 espèces. Les espèces les plus abondantes sont *Episyrphus trisectus* et *Toxomerus floralis* comptant chacune 7 individus.

Au site 5, cinquante syrphes appartenant à 15 espèces ont été inventoriés. La richesse spécifique au sein des genres est faible variant entre 1 et 2 espèces par genre. L'abondance la

plus élevée a été observée chez *Toxomerus floralis* comptant 8 individus.

Vingt-sept syrphes provenant de 15 espèces ont été documentés au site 6. Le genre *Syritta* domine en ce qui est de la richesse spécifique. Il compte 3 espèces. Les variations de l'abondance des espèces sont très faibles. Le nombre d'individus varie entre 1 et 3 pour toutes les espèces présentes.

Les résultats de l'analyse de la variance ANOVA montrent qu'il y a une différence significative aussi bien dans la richesse spécifique ($F = 2.654$, $ddl=5$ et $P\text{-value} = 0.0323$) (Figure 10) que dans l'abondance des Syrphidae entre les 6 sites ($F = 6.307$, $ddl=5$ et $P\text{-value} = 0.000112$) (Figure 11).

Grâce au test de NEWMAN-KEULS qui classe les résultats dans des groupes homogènes, il a été constaté que, au point de vue richesse spécifique, les sites 1, 2, 3, 4 et 5 sont placés dans un même groupe, et le site 6 se trouve seul dans un autre groupe, donc il possède des assemblages des syrphes distincts de ceux des autres sites (Tableau 2). Par contre, du point de vue abondance, les sites 2 et 3 partagent le même groupe, les sites 4 et 5 constituent un autre groupe, et les sites 1 et 6 constituent chacun un groupe à part (Tableau 3).

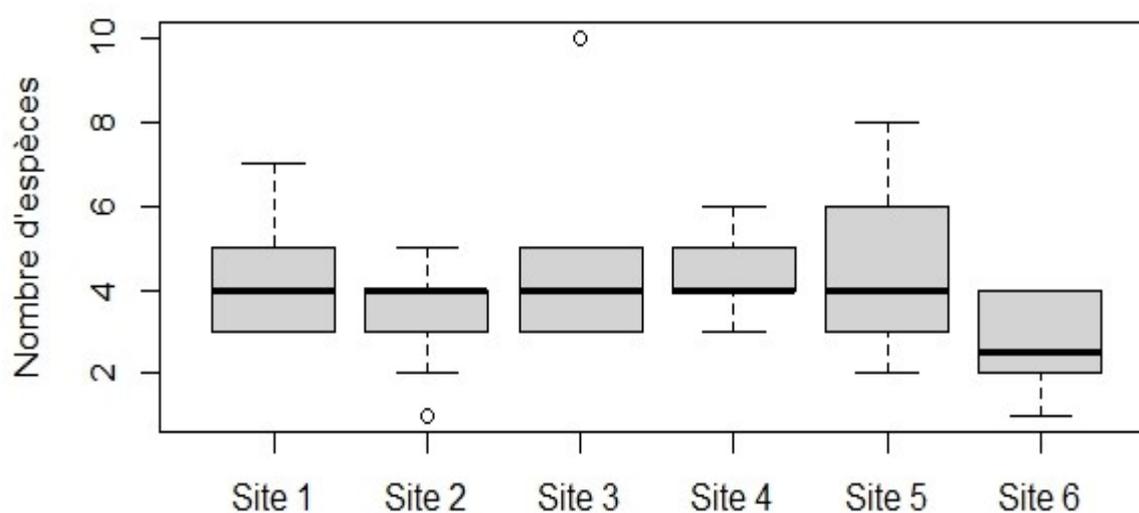


Figure 10 : Comparaison de la richesse spécifique des Syrphidae aux sites de la zone d'étude

Tableau 2 : Classement des sites dans des groupes homogènes par rapport à la richesse spécifique des Syrphidae avec le test de NEWMAN-KEULS

	Nombre d'espèces	Groups
Site 5	4,2211	a
Site 1	4,1145	a
Site 4	4,1011	a
Site 3	4,0112	a
Site 2	4,0011	a
Site 6	2,0004	b

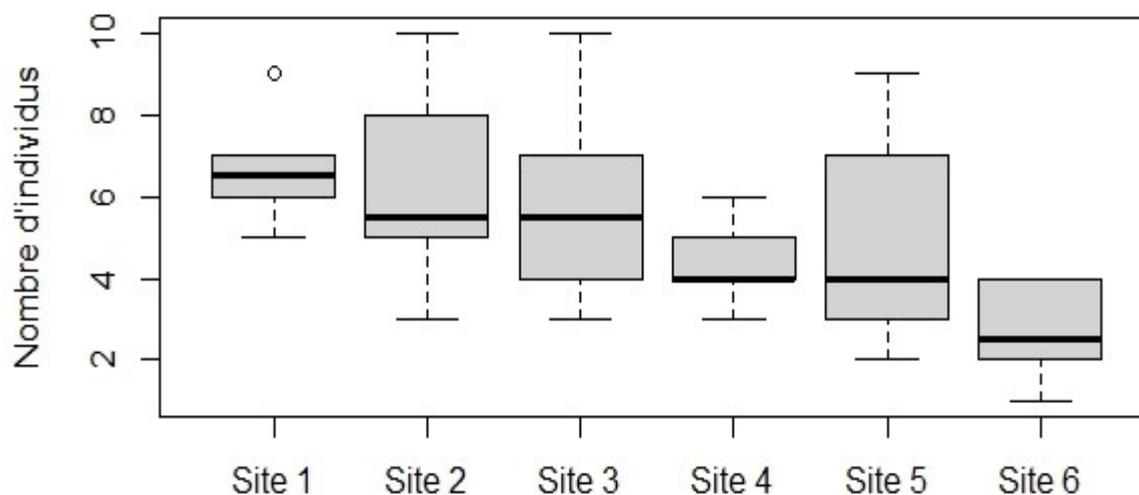


Figure 11 : Comparaison de l'abondance des espèces des Syrphidae aux sites de la zone d'étude

Tableau 3 : Classement des sites dans des groupes homogènes par rapport à l'abondance des espèces des Syrphidae avec le test de NEWMAN-KEULS

	Nombre d'individus	Groups
Site 1	6,9012	a
Site 2	5,8501	b
Site 3	5,7901	b
Site 5	4,2301	c
Site 4	4,1024	c
Site 6	2,8701	d

Le tableau 4 montre, quant à elle, que les valeurs les plus élevées de l'indices de diversité sont observées aux sites 4, 5 et 6 pendant que les sites 1, 2 et 3 en présentent des valeurs légèrement inférieures.

Tableau 4 : Indices de diversité des Syrphidae collectés dans les 6 sites d'échantillonnage

	Nombre d'espèces	Nombre d'individus	Indices de diversité		
			Simpson	Shannon	Brillouin
Site 1	13	67	0,741	0,805	0,701
Site 2	12	60	0,723	0,761	0,66
Site 3	11	56	0,813	0,851	0,743
Site 4	19	42	0,908	1,152	0,94
Site 5	15	50	0,91	1,101	0,936
Site 6	15	27	0,916	1,122	0,872

Quatre espèces à savoir *Anasimyia* sp., *Toxomerus floralis*, *Senaspis haemorrhoea*, *Syritta hirta* ont été identifiées à la fois dans les six sites alors que d'autres sont signalées exclusivement à l'un ou l'autre site ou encore communes pour un certain nombre de sites.

L'analyse de la similarité entre les sites comparés deux à deux en ce qui concerne la composition spécifique montre que les plus grandes valeurs d'indice de similarité sont constatées entre les couples formés par les sites 1, 2 et 3 (habitats non forestiers) d'une part et entre ceux formés par les sites site 4, 5 et 6 (habitats forestier) d'autre part (Tableau 5).

Tableau 5 : Indices de similarité de Jaccard

	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	Site 6
Site 1	1					
Site 2	0,563	1				
Site 3	0,5	0,533	1			
Site 4	0,231	0,24	0,25	1		
Site 5	0,217	0,174	0,238	0,478	1	
Site 6	0,217	0,227	0,3	0,545	0,429	1

Ces résultats sont renforcés par ceux de la classification hiérarchique ascendante des sites en fonction de leur composition spécifique en syrphes par analyse du coefficient de JACCARD permet de mettre en évidence, à travers la figure 12, deux groupements, celui formé par les sites 1, 2 et 3 (milieu non forestier) et l'autre comprenant les sites 4, 5 et 6 (milieu forestier).

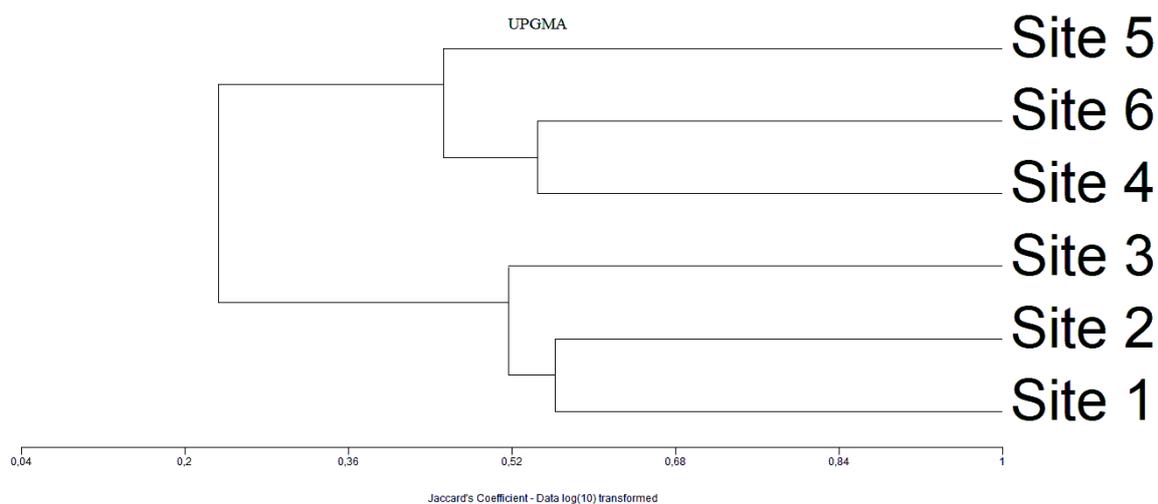


Figure 12 : Classification hiérarchique ascendante des sites de la zone d'étude en fonction de leur composition spécifique en syrphes

De ces résultats ressort que l'échantillonnage effectué dans l'habitat non forestier (sites 1, 2 et 3) a documenté un cortège de syrphes similaires mais relativement distincts de ceux de l'habitat forestier (sites 4, 5 et 6). Les syrphes de chaque type d'habitat partagent notamment les mêmes espèces numériquement dominantes, d'où leur forte similarité avec l'indice de JACCARD.

CHAPITRE IV. DISCUSSION DES RESULTATS

Au total, 302 syrphes ont été collectés. Ces syrphes appartiennent à 37 espèces dont quatre remarquables à la fois dans les 6 sites. La structure des abondances est très déséquilibrée, avec quelques espèces très abondantes et beaucoup d'espèces rares.

L'abondance plus élevée de l'espèce *Toxomerus floralis* signalée dans tous les sites de la zone d'étude s'expliquerait par le fait que cette espèce est très répandue, et que les œufs, les larves et les adultes sont abondants dans plusieurs localités (Jordaens et al. (2015). Il s'agit d'une espèce introduite qui, selon Jordaens et al. (2015), est la deuxième introduction établie connue d'une espèce de syrphe non africaine dans les régions afrotropicales. Ces larves ont été signalées comme prédatrices des Aphididae et des Delphacidae, mais elles ont également été trouvées pollinivores, ce qui constitue un mode d'alimentation rare au sein de la sous-famille des Syrphinae. Cette variété de niches écologiques occupées par *Toxomerus floralis* explique sa plasticité et par conséquent sa plus grande abondance dans la zone de la présente étude.

La diversité des Syrphidae est influencée par l'habitat local et la disponibilité des ressources alimentaires. Ainsi, sa valeur élevée observée dans les sites situés à l'intérieur de la forêt s'expliquerait par la stabilité de l'habitat et 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. Ces résultats corroborent ceux de Delsinne (2022) qui soulignent que les milieux forestiers présentent plusieurs aspects favorables à la diversité des syrphes dont un nombre élevé d'essences forestière et une bonne richesse en microhabitats.

L'abondance élevée de certaines espèces de Syrphidae en milieu extérieur de la forêt s'expliqueraient par le fait que ce milieu 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'analyse de la classification hiérarchique ascendante des sites en fonction de leur composition spécifique et les indices de similarité montrent que les milieux non forestiers (sites 1, 2 et 3) possèdent une faune syrphidienne distincte de celle des milieux forestiers (site 4, site 5 et site 6).

Ces résultats laissent penser à l'influence de la perturbation et la perte d'habitats sur la diversité et la distribution des espèces de Syrphidae car il a été constaté que les sites soumis aux mêmes influences présentent des affinités importantes par rapport à la composition spécifique des Syrphidae. La composition spécifique végétale et l'aspect de la végétation dans ces sites joueraient un grand rôle dans la distribution des espèces de Syrphidae. Ainsi, les 3 premiers sites, à part qu'ils sont tous situés à l'extérieur de la forêt, ils partagent également les mêmes caractéristiques du point de vue végétation et composition spécifique végétale. Ils sont tous soumis à la perturbation liée aux diverses activités anthropiques, particulièrement les activités agricoles. Quant aux sites 4, 5 et 6, étant tous situés à l'intérieur de la forêt, leur végétation est, comme dans la majorité des milieux forestiers, stable et la diversité des microhabitats et des espèces végétales et y est élevée (Delsinne, 2022).

Cette situation laisse penser que la perte de l'habitat forestier s'accompagnerait avec la perte de la diversité et de l'abondance des Syrphidae. Afin de maintenir cette diversité, il serait nécessaire de conserver l'habitat forestier tout en gardant une bonne richesse en microhabitats (Delsinne, 2022).

CONCLUSION (ET RECOMMANDATIONS/PERSPECTIVES)

Cette étude avait pour but de contribuer à la connaissance des Syrphidae du secteur Teza du Parc National de la Kibira en vue de comprendre les interrelations qui existent entre ces organismes et leur environnement. En effet, 63 espèces de Syrphidae appartenant à 19 genres ont été identifiées dont plusieurs remarquables à la fois dans les habitats forestier et non forestier. La structure des abondances est très déséquilibrée, avec quelques espèces très abondantes et beaucoup d'espèces rares.

Il a été constaté que la faune des syrphes du milieu non forestier diffère de celle du milieu forestier et que ce dernier en héberge une grande diversité. La stabilité de l'habitat forestier, la diversité des microhabitats et la richesse en essences forestières susceptibles d'être support de ressources alimentaires aux syrphes seraient des facteurs de la grande diversité en syrphes observée en milieu forestier. Afin de maintenir cette diversité, il serait nécessaire de conserver l'habitat forestier tout en gardant une bonne richesse en microhabitats. C'est pour cette raison que des recommandations suivantes sont proposées :

- Aux responsables de la gestion des aires protégées, d'intensifier les initiatives de conservation des forêts et de veiller à ce que leurs limites soient respectées
- Aux chercheurs, d'agrandir le champ de recherche sur les autres écosystèmes burundais et sur une longue période afin d'évaluer l'effet de la dégradation forestière sur la phénologie des Syrphidae pollinisatrices dans tout le pays
- Aux agriculteurs, de promouvoir des pratiques agricoles ne mettant pas en danger la biodiversité en général et les Syrphidae pollinisatrices en particulier, promouvoir la construction des nids à insectes pour les aider à se reproduire et élever ses petits en multipliant d'autres plantes à fleurs aux périphéries des champs et en pratiquant l'alternance entre les champs et les prairies temporaires et éviter l'utilisation des produits chimiques dans les champs,
- A la population en général, de participer activement à la conservation forestière en évitant les feux de brousse et en réduisant l'exploitation du bois pour la construction et le chauffage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AREM., 2011. Enjeux de la pollinisation pour la production agricole en tarn-et-garonne,- Ecole d'Ingénieurs de Purpan, 81p.
2. Allen-Wardell G.P., Bernhardt R., Bitner A., Burquez S., Buchmann J., Cane P.A., Cox V., Dalton P., Feinsinger M., Ingram D., Inouye C.E., Jones K., Kennedy P., Kevan H., Koopowitz R., Medellin S., Morales M. and Nabhan G.P., 1998. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology*, vol. 12, n° 1, pp. 8–17.
3. Andrew E.W., 2003. The afrotropical Syrphidae fauna: an assessment, Edinburgh, 607pp.
4. Benachour K., 2008. Diversité et activité pollinisatrice des abeilles (Hymenoptera:Apoidea), sur les plantes cultivées.-Université Mentouri de Constantine, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Thèse de doctorat en sciences, Spécialité : Entomologie appliquée, 151p.
5. Baude M., 2011. Observatoire Départemental de la biodiversité urbaine. - Seine, Saint Denis, 35p.
6. Bayssac A., 2011. Etude et cartographie de la ressource floristique utilisée par *Bombus terrestris L.* dans un paysage agricole du Gers. - Mémoire de Master 2 préparatoire à la thèse. -Université de Toulouse, 112p.
7. Biella P., Ssymank A., Galimberti A., Galli P., Perlík M., Ramazzotti F., Rota A., Tommasi N., 2022. Updating the list of flower-visiting bees, hoverflies and wasps in the central atolls of Maldives, with notes on land-use effects. *Biodiversity Data Journal* 10: e85107.
8. Chagnon M., 2008. Causes et effets du déclin mondial des pollinisateurs et les moyens d'y remédier.-Fédération Canadienne de la Faune, Bureau régional du Québec, 75p.
9. Delsinne T. 2022. Inventaire des Syrphidae de la Réserve Naturelle Régionale des Cheires et Grottes de Volvic (63) et diagnostic écologique par la méthode « Syrph the Net ». Socié-

té d'Histoire Naturelle Alcide-d'Orbigny, LPO Auvergne-Rhône-Alpes. 52 pages + annexes.

10. GARRIN M. & HOUARD X., 2015. – Inventaire commenté des Syrphes (Diptera, Syrphidae) de la forêt domaniale du Mans (77) – État initial d'un suivi après travaux forestiers – Résultats des campagnes 2011- 2012-2013. Office pour les insectes et leur environnement – Office national des forêts. Rapport d'étude. 40 p. + annexes.
11. Gretia (Groupe d'Etude des Invertébrés Armoricaïns), 2009. Etat des lieux des connaissances sur les invertébrés continentaux des pays de la Loire. Bilan final. Rapport GRETIA pour le Conseil Régional des Pays de la Loire. 395p.
12. Henri G.D., 1998. Catalogue synonymique et géographique des Syrphidae (Diptera) de la région afrotropicale, Genève, 188pp.
13. Hodkinson I. D., 2005. Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. – Biol. Rev. Camb. Philos. Soc. 80: 489–513 pp.
14. Isabelle J., 2010. Eco-éthologie des pollinisateurs de *Lythrum salicaria* L., Mémoire. - Université de Mons-Hainaut, faculté des Sciences, Service de Zoologie, 79p.
15. Jayita S., Atanu N., Aniruddha M., Surajit H., Emon M., Dhriti B., Shyamasree G., 2016. An Updated Distributional Account of Indian Hover flies (Insecta: Diptera: Syrphidae). Journal of entomology and zoology studies, 4(6): 381-396.
16. Jordaens K., Goergen G., Kirk-Spriggs A.H., Vokaer A., Backeljau T. & Meyer M.D., 2015. A second new world hoverfly, *Toxomerus floralis* (Fabricius)(Diptera: Syrphidae), recorded from the old World, with description of larval pollen-feeding ecology. Zootaxa, 4044(4), 567-576
17. Kearns C.A., Inouye D.W. and Waser N.M., 1998. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. Annual Review of Ecology and Systematics, vol. 29, pp. 83–112.

18. Krug O., 1993. Etudes des systèmes de production et des systèmes agraires des trois communes riveraines du Parc National de la Kibira : Proportion en vue de d'une réduction des conflits, Mémoire de DSPV Formation Supérieure Tropicale du CIHEAM, INECN, 71p.
19. Lair X., Elder F., 2009. Contribution à la connaissance des diptères Syrphidae de la Réserve Naturelle nationale de la forêt domaniale de Cerisy (Manche-Calvados, Basse-Normandie). *Invertébrés armoricains* (3): 16-26.
20. 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.
21. Marcon E., 2015. Mesures de la Biodiversité. Master. Kourou, France. 284p.
22. Mengual X., Ståhls G. & Rojo S., 2015. Phylogenetic relationships and taxonomic ranking of pipizine flower flies (Diptera: Syrphidae) with implications for the evolution of aphidophagy. *Cladistics* **31**: 491–508.
23. Mitra B., Parul D., Banerjee D., Mukherjee M. and Bhattacharjee K., 2005. A report on flies (diptera: insecta) as flower visitors and pollinators of kolkata and it's adjoining areas. *Rec. zool. Surv. India*: 105 (Part 3-4) : 1-20
24. Ollerton J., Winfree R., and Tarrant S., 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120(3), 321–326. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>
25. Pape T., Thompson F.C., 2013. Systema Dipteriorum, version 1.5. <http://www.diptera.org/>
26. Nzigidahera B. & Fofu A., 2010. Les pollinisateurs sauvages dans les écosystèmes forestiers et agricoles du Burundi. - *Bull. sc. INECN*, 36p.

27. Redon M., Chorein A., 2009. Nouvelles espèces de syrphes (Diptera ; Syrphidae) pour le département du Calvados (Basse-Normandie, France). *Invertébrés armoricains* (3): 24-24.
28. Reemer M., 2013. Review and phylogenetic evaluation of associations between Microdontinae (Diptera: Syrphidae) and ants (Hymenoptera: Formicidae). *Psyche* **2013**: 538316.
29. Reemer M. & Ståhls G., 2013. Phylogenetic relationships of Microdontinae (Diptera: Syrphidae) based on molecular and morphological characters. *Systematic Entomology* **38**: 661–688.
30. Rijn P. V., Kooijman J., and Wäckers F. L., 2013. The contribution of floral resources and honeydew to the performance of predatory hoverflies (Diptera: Syrphidae). *Biol. Control*. 67, 32–38. doi: 10.1016/j.biocontrol.2013.06.014
31. Ropars L., Dajoz I., Geslin B., 2017. La ville un désert pour les abeilles sauvages. *Journal de Botanique, Société botanique de France*, 79: 29 – 35pp.
32. Sarthou J. P., Ouin A., Arrignon F., Barreau G., and Bouyjou B., 2005. Landscape parameters explain the distribution and abundance of *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae). *Eur. J. Entomol.* 102, 539. doi: 10.14411/eje.2005.077
33. Abrahamczyk S., Kluge J., Gareca Y., Reichle S. & Kessler M., 2011. The influence of climatic seasonality on the diversity of different tropical pollinator groups, CHAVE J., ed. *PLoS ONE*, 6 (2011), e27115. doi:10.1371/journal.pone.0027115
34. 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.
35. Sinzinkayo E., Nzigidahera B., & Nasasagare R. P. 2016. Diversité et écologie des Syrphidae (Diptères: Syrphoidea) pollinisatrices du Burundi. *Bulletin Scientifique Sur l'Environnement et La Biodiversité*, N°2, 34–47.

Références internet

<http://purl.oclc.org/estimates>, Octobre, 2023

<http://obpe.bi/index.php/fr-fr/#>, Août 2023

ANNEXES

Tableau récapitulatif des espèces de Syrphidae collectées au site 1

Sous famille	Genre	Espèce	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	Date	Mois	Altitude	Longitude	Latitude
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.		1									1	20	5	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.				1							1	10	6	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.							1				1	20	5	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.									1		1	20	5	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhoea</i>										1	1	24	6	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhoea</i>	1										1	24	6	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhoea</i>			1								1	6	5	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhoea</i>			1								1	1	7	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhoea</i>				1							1	24	6	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhoea</i>								1			1	6	5	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhoea</i>									1		1	1	7	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>hirta</i>										1	1	8	7	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>hirta</i>										1	1	17	6	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>hirta</i>	1										1	13	5	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>hirta</i>	1										1	20	5	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>hirta</i>				1							1	17	6	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>hirta</i>						1					1	10	6	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>hirta</i>								1			1	20	5	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>flaviventris</i>		1									1	10	6	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>flaviventris</i>					1						1	17	6	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>bulbus</i>			1								1	8	7	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>stigmatica</i>		1									1	20	5	2539 m	3°256915'S	29°549557'E

Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>											1						1	1	7	2539 m	3°256915'S	29°549557'E	
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>											1						1	25	3	2539 m	3°256915'S	29°549557'E	
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>											1						1	20	5	2539 m	3°256915'S	29°549557'E	
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>											1						1	24	6	2539 m	3°256915'S	29°549557'E	
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>											2						2	13	5	2539 m	3°256915'S	29°549557'E	
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>											1						1	15	4	2539 m	3°256915'S	29°549557'E	
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>												1					1	6	5	2539 m	3°256915'S	29°549557'E	
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>												1					1	24	6	2539 m	3°256915'S	29°549557'E	
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>	1																1	24	6	2539 m	3°256915'S	29°549557'E	
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>						1											1	29	4	2539 m	3°256915'S	29°549557'E	
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>		1															1	29	4	2539 m	3°256915'S	29°549557'E	
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>							1										1	8	7	2539 m	3°256915'S	29°549557'E	
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>								1									1	6	5	2539 m	3°256915'S	29°549557'E	
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>																	1	1	8	4	2539 m	3°256915'S	29°549557'E
Abondance			9	7	7	6	7	5	6	9	5	6	67												
Nombre d'espèces			13	7	5	5	4	3	3	3	5	4	3												

Tableau récapitulatif des espèces de Syrphidae collectées au site 2

Sous famille	Genre	Espèce	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	Date	Mois	Altitude	Latitude	Longitude
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.	1										1	13	5	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.	1										1	6	5	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.					1						1	6	5	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.							1				1	17	6	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.								1			1	17	6	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.								1			1	6	5	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhoea</i>										1	1	17	6	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhoea</i>	1										1	6	5	2536 m	3°254645'S	29°548079'E

Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>		1										1	13	5	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>			1									1	17	6	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>			2									2	25	3	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>			1									1	6	5	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>				2								2	13	5	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>				1								1	20	5	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>				1								1	24	6	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>					1							1	20	5	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>					1							1	25	3	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>						2						2	1	7	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>							2					2	24	6	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>							1					1	17	6	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>								1				1	24	6	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>								1				1	17	6	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>									1			1	13	5	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>										1		1	13	5	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>						1						1	8	7	2536 m	3°254645'S	29°548079'E
Abondance			10	7	5	8	5	3	8	5	3	6	60						
Nombre d'espèces			12	4	5	2	5	4	1	4	3	3	4						

Tableau récapitulatif des espèces de Syrphidae collectées au site 3

Sous famille	Genre	Espèce	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	Date	Mois	Altitude	Latitude	Longitude
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.										1	1	6	5	2538 m	3°252586'S	29°549894'E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.	1										1	6	5	2538 m	3°252586'S	29°549894'E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.		1									1	24	6	2538 m	3°252586'S	29°549894'E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.			1								1	6	5	2538 m	3°252586'S	29°549894'E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.				1							1	10	6	2538 m	3°252586'S	29°549894'E

Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.					1						1	6	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.						1					1	10	6	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.							1				1	6	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhoea</i>								1			1	13	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhoea</i>	1										1	6	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhoea</i>		1									1	17	6	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhoea</i>			1								1	17	6	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhoea</i>				1							1	1	7	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>dibapha</i>					1						1	20	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>dibapha</i>						1					1	24	6	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhoea</i>						1					1	13	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhoea</i>							1				1	1	7	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhoea</i>								1			1	17	6	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhoea</i>									1		1	13	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>hirta</i>										1	1	20	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>hirta</i>	1										1	20	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>hirta</i>		1									1	20	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>hirta</i>			1								1	1	7	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>hirta</i>					1						1	15	4	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>hirta</i>					1						1	24	6	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>hirta</i>								1			1	20	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>bulbus</i>									1		1	13	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Allograpta</i>	<i>Allograpta</i> sp. 2									1		1	6	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Betasyrphus</i>	<i>adligatus</i>	1										1	27	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Betasyrphus</i>	<i>adligatus</i>								1			1	13	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Episyrphus</i>	<i>trisectus</i>	1										1	20	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Episyrphus</i>	<i>trisectus</i>			1								1	24	6	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Episyrphus</i>	<i>trisectus</i>								1			1	20	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E

Syrphinae	<i>Episyrphus</i>	<i>trisectus</i>											1			1	20	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Ischiodon</i>	<i>aegyptius</i>											1			1	6	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Paragus</i>	<i>logiventris</i>											1			1	20	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Paragus</i>	<i>logiventris</i>											1			1	8	7	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>													1	1	24	6	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>	1													1	29	4	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>	1													1	25	3	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>		1												1	24	6	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>		1												1	17	6	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>		1												1	25	3	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>			1											1	20	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>			1											1	24	6	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>			1											1	6	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>				2										2	13	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>				1										1	20	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>					1									1	13	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>					1									1	17	6	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>						1								1	10	6	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>							1							1	13	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>								1						1	27	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>									1					1	20	5	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>										1				1	17	6	2538 m	3°25'2586"S	29°54'9894"E
Abondance			7	6	7	5	6	3	4	4	10	4	56								
Nombre d'espèces			11	5	4	5	3	4	3	3	4	10	4								

Tableau récapitulatif des espèces de Syrphidae collectées au site 4

Sous famille	Genre	Espèce	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	Date	Mois	Altitude	Latitude	Longitude
--------------	-------	--------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-------	------	------	----------	----------	-----------

Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.			1								1	24	6	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.				1							1	8	7	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Eristalinae	<i>Mesembrius</i>	<i>caffer</i>	1										1	8	7	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Eristalinae	<i>Mesembrius</i>	<i>perforatus</i>			1								1	13	5	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Eristalinae	<i>Mesembrius</i>	<i>caffer</i>				1							1	24	6	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>dibapha</i>							1				1	1	7	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>dibapha</i>	1										1	1	7	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Eristalinae	<i>Simoides</i>	<i>crassipes</i>								1			1	24	6	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Eristalinae	<i>Simoides</i>	<i>crassipes</i>		1									1	1	7	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Eristalinae	<i>Simoides</i>	<i>crassipes</i>			1								1	1	7	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Eristalinae	<i>Simoides</i>	<i>crassipes</i>				1							1	24	6	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Eristalinae	<i>Simoides</i>	<i>crassipes</i>							1				1	20	5	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Eristalinae	<i>Simoides</i>	<i>crassipes</i>							1				1	1	7	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Eristalinae	<i>Syrpita</i>	<i>leona</i>								1			1	10	6	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Eristalinae	<i>Syrpita</i>	<i>hirta</i>	1										1	1	7	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Eristalinae	<i>Syrpita</i>	<i>hirta</i>							1				1	27	5	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Eristalinae	<i>Syrpita</i>	<i>austeni</i>	1										1	13	5	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Eristalinae	<i>Syrpita</i>	<i>austeni</i>				1							1	13	5	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Allograpta</i>	<i>calopoides</i>							1				1	6	5	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Asarkina</i>	<i>Asarkina</i> sp.2							1				1	10	6	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Asarkina</i>	<i>Asarkina</i> sp.1									1		1	10	6	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Asarkina</i>	<i>Asarkina</i> sp.3	1										1	8	7	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Asarkina</i>	<i>Asarkina</i> sp.3							1				1	8	7	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Asarkina</i>	<i>punctifrons</i>								1			1	27	5	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Episyrphus</i>	<i>trisectus</i>		1									1	20	5	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Episyrphus</i>	<i>trisectus</i>			1								1	20	5	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Episyrphus</i>	<i>trisectus</i>				1							1	20	5	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Episyrphus</i>	<i>trisectus</i>					1						1	24	6	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Episyrphus</i>	<i>trisectus</i>						1					1	6	5	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E

Syrphinae	<i>Episyrphus</i>	<i>trisectus</i>							1				1	6	5	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Episyrphus</i>	<i>trisectus</i>								1			1	10	6	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Eristalinus</i>	<i>andersoni</i>										1	1	24	6	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Paragus</i>	<i>borbonicus</i>							1				1	24	6	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Paragus</i>	<i>borbonicus</i>								1			1	24	6	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Paragus</i>	<i>haemorrhoids</i>										1	1	10	6	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>	1										1	24	6	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>		1									1	13	5	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>			1								1	25	3	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>					1						1	13	5	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>						1					1	17	6	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>								1			1	13	5	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>										1	1	17	6	2537 m	3°25'2832"S	29°54'5653"E
Abondance			6	3	5	4	3	4	4	4	5	4	42					
Nombre d'espèces			18	6	3	5	4	3	4	4	4	5	4					

Tableau récapitulatif des espèces de Syrphidae collectées au site 5

Sous famille	Genre	Espèce	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	Date	Mois	Altitude	Latitude	Longitude
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.										1	1	10	6	2540 m	3°25'6374"S	29°54'6182"E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.		1									1	1	7	2540 m	3°25'6374"S	29°54'6182"E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.			1								1	24	6	2540 m	3°25'6374"S	29°54'6182"E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.					1						1	6	5	2540 m	3°25'6374"S	29°54'6182"E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.							1				1	6	5	2540 m	3°25'6374"S	29°54'6182"E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.									1		1	1	7	2540 m	3°25'6374"S	29°54'6182"E
Eristalinae	<i>Eristalinus</i>	<i>myiatropinus</i>										1	1	24	6	2540 m	3°25'6374"S	29°54'6182"E
Eristalinae	<i>Eristalinus</i>	<i>myiatropinus</i>	2										2	8	7	2540 m	3°25'6374"S	29°54'6182"E
Eristalinae	<i>Eristalinus</i>	<i>myiatropinus</i>		1									1	24	6	2540 m	3°25'6374"S	29°54'6182"E

Eristalinae	<i>Eristalinus</i>	<i>myiatropinus</i>					1								1	8	7	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Eristalinae	<i>Eristalinus</i>	<i>myiatropinus</i>						1							1	8	7	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Eristalinae	<i>Eristalinus</i>	<i>Eristalinus</i> sp.6									1				1	1	7	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Eristalinae	<i>Mesembrius</i>	<i>caffer</i>													1	8	7	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Eristalinae	<i>Mesembrius</i>	<i>caffer</i>													1	13	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Eristalinae	<i>Mesembrius</i>	<i>caffer</i>													1	13	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhoea</i>													1	8	7	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Eristalinae	<i>Simoides</i>	<i>crassipes</i>					1								1	8	7	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Eristalinae	<i>Simoides</i>	<i>crassipes</i>						1							1	24	6	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Eristalinae	<i>Simoides</i>	<i>crassipes</i>													1	8	7	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Eristalinae	<i>Simoides</i>	<i>crassipes</i>													1	20	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>austeni</i>	1												1	15	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>austeni</i>													1	15	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>hirta</i>													1	13	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>austeni</i>													1	13	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>hirta</i>													1	13	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>hirta</i>													1	13	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>austeni</i>													1	1	7	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Allograpta</i>	<i>hypoxantha</i>													1	13	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Allograpta</i>	<i>hypoxantha</i>													1	17	6	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Asarkina</i>	<i>punctifrons</i>													1	8	7	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Asarkina</i>	<i>punctifrons</i>	1												1	13	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Asarkina</i>	<i>Asarkina</i> sp.2													1	24	6	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Episyrphus</i>	<i>trisectus</i>	1												1	20	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Episyrphus</i>	<i>trisectus</i>													1	10	6	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Episyrphus</i>	<i>trisectus</i>													1	20	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Episyrphus</i>	<i>trisectus</i>													1	10	6	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Paragus</i>	<i>borbonicus</i>	1												1	13	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Paragus</i>	<i>borbonicus</i>													1	13	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E

Syrphinae	<i>Paragus</i>	<i>borbonicus</i>			1									1	24	6	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Paragus</i>	<i>minutus</i>	1											1	13	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Paragus</i>	<i>minutus</i>		1										1	13	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>	1											1	27	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>	1											1	10	6	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>		1										1	6	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>				1								1	25	3	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>					1							1	24	6	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>							1					1	13	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>								1				1	6	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>									1			1	13	5	2540 m	3°256374'S	29°546182'E
Abondance			9	8	6	4	4	2	7	3	4	3	50						
Nombre d'espèces			15	7	8	6	4	4	2	6	3	4	3						

Tableau récapitulatif des espèces de Syrphidae collectées au site 6

Sous famille	Genre	Espèce	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	Date	Mois	Altitude	Latitude	Longitude
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.	1										1	13	5	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.				1							1	6	5	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Eristalinae	<i>Anasimyia</i>	<i>Anasimyia</i> sp.							1				1	24	6	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Eristalinae	<i>Eristalinus</i>	<i>andersoni</i>			1								1	1	7	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Eristalinae	<i>Eristalinus</i>	<i>quinquelineatus</i>							1				1	13	5	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Eristalinae	<i>Eristalinus</i>	<i>quinquelineatus</i>									1		1	8	7	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Eristalinae	<i>Eristalinus</i>	<i>andersoni</i>						1					1	24	6	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Eristalinae	<i>Eristalinus</i>	<i>andersoni</i>								1			1	10	6	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Eristalinae	<i>Eristalis</i>	<i>plumipes</i>		1									1	1	7	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>dibapha</i>		1									1	13	5	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Eristalinae	<i>Senaspis</i>	<i>haemorrhhoa</i>				1							1	10	6	2541 m	3°259605'S	29°546641'E

Eristalinae	<i>Simoides</i>	<i>crassipes</i>			1								1	20	5	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Eristalinae	<i>Simoides</i>	<i>crassipes</i>					1						1	10	6	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Eristalinae	<i>Simoides</i>	<i>crassipes</i>							1				1	1	7	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>hirta</i>								1			1	15	4	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>leona</i>				1							1	27	5	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Eristalinae	<i>Syritta</i>	<i>austeni</i>									1		1	13	5	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Syrphinae	<i>Asarkina</i>	<i>Asarkina</i> sp. 2			1								1	24	6	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Syrphinae	<i>Asarkina</i>	<i>punctifrons</i>										1	1	1	7	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Syrphinae	<i>Asarkina</i>	<i>punctifrons</i>	1										1	1	7	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Syrphinae	<i>Episyrphus</i>	<i>trisectus</i>	1										1	20	5	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Syrphinae	<i>Episyrphus</i>	<i>trisectus</i>				1							1	13	5	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Syrphinae	<i>Episyrphus</i>	<i>trisectus</i>					1						1	10	6	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Syrphinae	<i>Paragus</i>	<i>azureus</i>									1		1	24	6	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>		1									1	6	5	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>		1									1	13	5	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Syrphinae	<i>Toxomerus</i>	<i>floralis</i>			1								1	8	7	2541 m	3°259605'S	29°546641'E
Abondance			3	4	4	4	2	1	2	2	4	1	27					
Nombre d'espèces			15	3	3	4	4	2	1	2	2	4	1					