UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

Inventaire et écologie des papillons de jour (Rhopalocères) dans la ville de Bujumbura

Munezero, Abbia; Sous la direction de : Professeur Anastasie Gasogo

2024
UB, FS
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/1961

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE DES SCIENCES

MASTER EN BIOLOGIE DES ORGANISMES ET ECOLOGIE

INVENTAIRE ET ECOLOGIE DES PAPILLONS DE JOUR (RHOPALOCERES) DANS LA VILLE DE BUJUMBURA

Par :

MUNEZERO Abbia

Mémoire

présenté et défendu publiquement en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Biologie des Organismes et Ecologie

Spécialité: Gestion des Paysages et Ecosystèmes Terrestres

Sous la direction de :

Professeur Anastasie GASOGO

Bujumbura, Avril 2024

MEMBRES DU JURY

Prof. Déogratias NDUWARUGIRA : Président

Prof. Anastasie GASOGO : Directeur

Msc. Dieudonné NTAKIRUTIMANA: Sécrétaire

DEDICACE

A mes chers parents, pour tous vos sacrifices, votre amour, votre tendresse, votre soutien et vos prières tout au long de nos études,

A mes chers frères et sœurs pour vos encouragements permanents et votre soutien moral,

À tous les amis qui ont partagé avec nous les plus beaux moments de ma vie.

Nous dédions ce mémoire

REMERCIEMENTS

C'est avec un grand plaisir pour nous de remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail en particulier :

Nos sincères remerciements sont d'abord adressés à Madame le Professeur GASOGO Anastasie, enseignante au Département de Biologie, Faculté des Sciences de l'Université du Burundi, directeur de ce mémoire qui, malgré ses multiples occupations a accepté de nous accompagner dans ce travail. Nous tenons à lui dire merci pour sa patience et sa disponibilité, pour ses suggestions et ses directives méthodologiques, ses remarques pertinentes, ses encouragements et sa bienveillance dans la réalisation de ce travail.

Nous remercions également les membres du jury qui ont accepté de lire et de nous suggérer des améliorations de la qualité de ce document.

Nous disons merci à tous les enseignants-chercheurs de la Faculté des Sciences, particulièrement ceux du Département de Biologie pour tous les efforts consentis durant toute la période de notre formation; nous avons apprécié leurs précieux conseils qui ont ravivé notre envie de poursuivre nos études au niveau supérieur.

Nous tenons aussi à remercier le chef du Quartier Nyabugete 3 pour nous avoir permis d'y mener nos recherches.

Nous ne saurions terminer sans remercier nos parents BAZIRAKUMBONA Fréderic et BARIRIKINYICA Renilde, nos frères et sœurs, pour tous les efforts et sacrifices qu'ils ont consentis pour notre éducation depuis l'école primaire jusqu'à l'université. Ce travail est l'expression de notre profonde gratitude ;

Merci aux camarades de notre promotion qui, d'une manière ou d'une autre ont contribué à la réalisation de ce travail.

MUNEZERO Abbia

RESUME

La ville de Bujumbura mairie abrite quelques espaces/sites qui ne sont pas très perturbé(e)s. Pour contribuer à la connaissance de sa biodiversité, une étude a été réalisée pour inventorier, identifier et étudier l'écologie et la diversité des papillons de jour dans trois sites : Campus Mutanga, Campus Kamenge et la partie non bâtie du quartier Nyabugete 3, respectivement dans les trois communes de la Mairie de Bujumbura: Mukaza, Ntahangwa et Muha. Ce travail s'est déroulé pendant les mois de mars à août 2023.

La collecte des papillons a été faite à l'aide du filet à papillon et en utilisant la méthode du transect et la grande partie de nos échantillons a été collecté entre 8h00et 11h00. Pour classer nos spécimens dans les familles et identifier les espèces, nous avons utilisé des clés d'identification et Microsoft Excel pour l'analyse des données. L'analyse des résultats a été faite par l'application de quelques indices biocénotiques : la richesse spécifique, l'abondance relative et la fréquence centésimale.

Les résultats obtenus montrent que nous avons recensé 1519 individus regroupés en 39 espèces appartenant au sous-ordre des Rhopalocères, réparties en 5 familles : Pieridae, Nymphalidae, Lycaenidae, Papilionidae et Hesperidae. L'analyse des résultats obtenus nous a permis de constater que la famille la plus abondante était celle des Nymphalidae. Parmi les sites visités, c'est celui du Campus Mutanga qui abrite le grand nombre de spécimens (763 spécimens). L'analyse de la similarité entre leurs compositions spécifiques des papillons de jour montre une ressemblance entre les trois sites d'échantillonnage. Les mois d'avril et mai ont enregistré une abondance élevée par rapport aux autres mois. En générale, il ressort de cette étude que la ville de la mairie de Bujumbura est relativement riche en rhopalocères.

Mots clés : Ecologie, Lépidoptères, richesse spécifique, diversité.

ABSTRACT

The city of Bujumbura town hall is home to a few spaces/sites which are not very disturbed. To contribute to the knowledge of its biodiversity, a study was carried out to inventory, identify and study the ecology and diversity of butterflies in three sites: Campus Mutanga, Campus Kamenge and the unbuilt part of the Nyabugete 3 district, respectively. in the three communes of Bujumbura Town Hall: Mukaza, Ntahangwa and Muha. This work took place during the months of March to August 2023.

The collection of butterflies was done using the butterfly net and using the transect method and the majority of our samples were collected between 8:00 a.m. and 11:00 a.m. To classify our specimens into families and identify species, we used identification keys and Microsoft Excel for data analysis. The analysis of the results was carried out by the application of several biocenotic indices: species richness, relative abundance and centesimal frequency.

The results obtained show that we identified 1519 individuals grouped into 39 species belonging to the suborder Rhopalocera, divided into 5 families: Pieridae, Nymphalidae, Lycaenidae, Papilionidae and Hesperidae. The analysis of the results obtained allowed us to note that the most abundant family was that of the Nymphalidae. Among the sites visited, it is that of the Mutanga Campus which houses the large number of specimens (763 specimens). Analysis of the similarity between their specific compositions of butterflies shows a resemblance between the three sampling sites. The months of April and May recorded high abundance compared to other months. In general, it appears from this study that the town of Bujumbura town hall is relatively rich in rhopaloceres.

Keywords: Ecology, Lepidoptera, specific richness, diversity.

TABLE DES MATIERES

MEMBRES DU JURY ..... **i**
DEDICACE ..... **ii**
REMERCIEMENTS ..... **iii**
RESUME ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
TABLE DES MATIERES ..... **vi**
LISTE DES TABLEAUX ..... **viii**
LISTE DES FIGURES ..... **ix**
LISTE DES ABREVIATIONS ..... **x**
AVANT-PROPOS ..... **xi**
INTRODUCTION GENERALE **1**
1. Objectifs du travail 3
2. Hypothèses 3
CHAPITRE I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE **4**
I.1. Introduction 4
I. 1.1. Classification des Lépidoptères 4
I.1.2. Présentation des Rhopalocères et des Hétérocères 5
I.1.3. Position systématique des papillons de jour 6
I.2. Biologie des papillons de jour 7
I.2.1. La reproduction 7
I.2.2. Le cycle de vie 8
I.2.3. Stades de vie des papillons de jour et leur morphologie 8
I.2.3.1. Stade œuf 8
I.2.3.2. Stade chenille 9
I.2.3.3. Stade Chrysalide 10
I.2.3.4. Stade adulte ou Imago s 11
I.2.4. La morphologie externe d'un papillon adulte 12
I.2.4.1. La tête 12
I. 2.4.2. Le Thorax 13
I. 2.4.3. Abdomen 15

I.3. Ecologie des papillons de jour 15
I.3.1. Habitat et période de vol 15
I.3.2. Alimentation 16
I.3.3. Répartition 17
I.3.4. Ennemis des papillons 17
I.3.5. Moyens de défense des papillons de jour. 18
I.3.6. Facteurs et risques influençant la diversité des papillons de jour. 19
CHAPITRE II. MILIEU D'ETUDE, MATERIEL ET METHODES 20
II.1. Présentation du milieu d'étude 20
II.2. Matériel et méthodes. 22
II.2.1. Matériels utilisés sur terrain 22
II.2.2. Matériels utilisés au laboratoire 24
II.2.3. Période de suivi 28
II.2.4. Méthodes utilisées 28
II.2.5. Exploitation des résultats 30
II.2.5.1. Indices écologiques. 31
CHAPITRE III. PRESENTATION, ANALYSE ET DISCUSSION DES RESULTATS 33
III.1. Présentation et analyse des résultats 33
III.1.1. Inventaire et détermination des familles des papillons de jour 33
III.1.2. Distribution des familles de papillons de jour selon les sites 42
III.1.3. Distribution des papillons de jour par mois et selon les saisons 44
III.1.4. Distribution des familles de papillons selon les habitats 45
III.1.5. Distribution des familles de papillons selon les heures de la journée 46
III.2. Discussions des résultats 46
III.2.1. Inventaire et détermination des familles des papillons de jour 46
III.2.2. Distribution des familles de papillons selon les mois et les saisons 48
III.2.3. Distribution des familles de papillons selon les habitats 49
III.2.4. Distribution des familles de papillons selon les heures de la journée 49
CONCLUSION ET RECOMMENDATIONS 50
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 52
ANNEXES 57

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Abondance des espèces de Rhopalocères recensées dans les trois sites d'étude. 33
Tableau 2: Diversité et équitabilité de papillons de jour dans la zone d'étude..... 36
Tableau 3: Valeurs de quelques indices écologiques dans les trois sites d'étude..... 37
Tableau 4: Indice de similarité de Sorensen dans trois sites d'étude..... 37
Tableau 5: Fréquence centésimale des espèces de papillons de jour de la zone d'étude..... 38
Tableau 6: Fréquence centésimale des espèces de papillons de jour recensée dans chaque site..... 40

LISTE DES FIGURES

Figure 1*:* Différence entre un papillon de jour et un papillon de nuit (Arioua & Cherhabil, 2020) 6
Figure 2: Accouplement chez la piéride du navet (Arioua & Cherhabil, 2020) 7
Figure 3: Cycle de vie chez les papillons (Abdelhai & Braoui, 2022). 8
Figure 4: Oeufs du grand papillon blanc (Belkhelfa & Guedmime, 2022) 9
Figure 5: Chenille d'un Papillon machaon (Belkhelfa & Guedmime, 2022) 10
Figure 6: La chrysalide d'un Noctuidae (Leucania *sp*) (Abdelhai & Braoui, 2022). 11
Figure 7: Morphologie externe d'un lépidoptère (Abdelhai& Braoui, 2022). 14
Figure 8: Structure des pattes des lépidoptères (Jantzen & Eisner, 2008) 15
Figure 9: Localisation des sites d'étude 21
Figure 10: Filet à papillons 22
Figure 11: Papillottes 23
Figure 12: Boite de conservation provisoire des échantillons 23
Figure 13: Ramollisoir 24
Figure 14: Etaloir 25
Figure 15: Pinces 25
Figure 16: Epingles de gros diamètre 26
Figure 17: Epingles de petit diamètre 26
Figure 18: Bandelettes 27
Figure 19: Boîte à collection 27
Figure 20: Montage et étalement d'un papillon 30
Figure 21: Nombre d'espèces identifiées par site. 35
Figure 22: Effectif global des Rhopalocères par famille. 36
Figure 23: L'abondance des familles de papillons de jour selon les sites visités 42
Figure 24: Abondance des papillons de jour selon les mois 44
Figure 25: Distribution des familles de papillons de jour récoltés selon les saisons 44
Figure 26 : Distribution des familles de papillons de jour selon les heures de la journée 46

LISTE DES ABREVIATIONS

OBPE : Office Burundais pour la Protection de l'Environnement

Sp : Espèce

AVANT-PROPOS

Ce travail de mémoire est intitulé « Inventaire et écologie des papillons de jour dans la Ville de Bujumbura » est l'aboutissement de nos travaux de recherche qui se sont déroulés sous la supervision du Professeur Anastasie GASOGO de la Faculté des sciences de l'Université du Burundi. La suggestion de cette recherche est née du constat que la diversité de ces insectes n'est pas connue alors qu'ils contribuent dans la pollinisation de la plupart des plantes à fleurs et sont des indicateurs biologiques.

L'objectif de cette recherche est de contribuer à une meilleure connaissance de la diversité et de l'écologie des papillons de jour dans la ville de Bujumbura afin de disponibiliser les données relatives à cette biodiversité ont été en général et à sa conservation. Les données de cette recherche sont obtenues sur une période de six mois. Ces derniers sont répartis dans deux saisons différentes : la saison pluvieuse (mars à mai) et la saison sèche (juin à août).

INTRODUCTION GENERALE

La conservation de la biodiversité passe obligatoirement par une parfaite connaissance de la distribution de la faune et la flore. Les insectes font partie du règne animal et appartiennent à l'embranchement des Arthropodes. Cet embranchement regroupe des animaux invertébrés dont le corps est composé de métamères et dont les appendices sont articulés (d'où le nom Arthropodes, du grec arthron : articulation et de podos : pied). Les arthropodes sont recouverts d'un squelette externe composé de chitine. Parmi eux, ceux qui comptent 3 paires des pattes forment la classe des insectes (Bergerot, 2011). Les insectes constituent le groupe d'êtres vivants numériquement le plus important, puisqu'ils regroupent environ les trois quarts des espèces animales décrites à ce jour. La classe des insectes comporte, selon les estimations, entre deux et vingt millions d'espèces. Un peu plus d'un million d'insectes ont été recensés (dspace.univ-msila.dz). Les entomologistes estiment qu'il en reste au moins autant à découvrir.

Une trentaine d'ordres d'insectes sont recensés à travers le monde mais quatre d'entre eux regroupent 80 % des espèces de la planète: les coléoptères représentent environ 300 000 espèces, les diptères regroupent environ 150 000 espèces, puis viennent les hyménoptères avec approximativement 125 000 espèces et enfin les lépidoptères avec environ 120 000 espèces (Leraut, 2003; Chinery et Cuisin, 1994; Albouy, 2011).

L'insecte possède un squelette externe divisé en segments plus ou moins développés en fonction de l'ordre et des activités spécifiques de l'insecte (Beverly et Ponsonby, 2006). Ces segments sont regroupés en 3 sections distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen.

Notre travail s'intéresse aux insectes et se focalise sur les papillons de jour.

Les papillons de jour sont présents dans presque toutes les niches écologiques de la planète. Ils sont parmi les plus jeunes insectes et sont certes les Lépidoptères les plus connus. Le terme « lépidoptère » dérive du latin scientifique Lepidoptera, terme construit lui-même à partir du grec ancien « écaille » et « aile ») sont un ordre d'insectes holométaboles comme les diptères ou les coléoptères, dont la forme adulte (ou imago) est communément appelée papillon, dont la larve est appelée chenille et la nymphe devient chrysalide (Arioua & Cherhabil, 2020).

Les Lépidoptères possèdent quatre ailles recouvertes d'une fine poussière qui reste adhérante et qui est formée de petites écailles aplaties colorées et opaques. Les pièces buccales sont réduites à une trompe et leur métamorphose est complète, ce qui range les Lépidoptères parmi le groupe d'insectes holométaboles **(**Tchibozo *et al*, 2018). La plupart des Lépidoptères se nourrissent de nectar, ils possèdent une trompe permettant d'atteindre celui de fleurs très étroites. Ils peuvent avoir une activité nocturne ou diurne.

Les Lépidoptères jouent plusieurs rôles importants au sein des forêts et des boisements. Ils sont consommateurs de matière végétale à l'état de chenille, ils interviennent dans la dynamique de population des plantes, l'organisation des communautés végétales, les cycles biogéochimiques (Mothiron, 2010). Les papillons sont d'excellents pollinisateurs et indicateurs biologiques, leur déclin indique en effet une dégradation du milieu où ils évoluaient traditionnellement. A travers le monde, les papillons sont inexorablement repoussés par la pression d'activités humaines telles que la pollution, l'incendie qui est le facteur destructeur le plus spectaculaire de la forêt. Les papillons sont d'excellents objets pour les études écologiques. Ils peuvent être capturés, marqués et libérés pour suivre leur mouvement. Leur taille est suffisante pour l'observation et l'étude de leur comportement complexe par rapport à leur environnement (Arioua & Cherhabil, 2020).

Ils sont aussi très sensibles aux insecticides, de plus en plus d'études montrent également l'impact des fongicides, herbicides et mélanges de pesticides sur l'effondrement de leurs populations, qui sont aujourd'hui en danger. Cela impacte les espèces dépendantes de ces derniers, comme les plantes sauvages qui en dépendent à 80% et des oiseaux qui dépendent des insectes à 60% pour leur source de nourritures (Bommel *et al*., 2018).

Autant qu'ils sont importants pour l'environnement, autant ils se trouvent confrontés à des risques qui menacent leurs populations dont l'homme se retrouve au dénominateur commun. Ce constat a été fait par Agon (2019) in Schmeltz (2011) qui estime que le nombre d'espèces de papillons est en régression au même titre que les autres espèces animales ou végétales.

Selon toujours cet auteur, la dégradation et la fragmentation des milieux naturels par les activités humaines sont responsables de l'appauvrissement de la biodiversité et les papillons de jour, espèces emblématiques des milieux naturels ne sont pas épargnés.

Pour contribuer à la disponibilisation des données sur la biodiversité des papillons du Burundi, nous avons choisi comme sujet « Inventaire et écologie des papillons de jour dans la ville de Bujumbura » car on dispose très peu d'informations sur les papillons de jour de cette localité.

1. Objectifs du travail

- **Objectif global** :

Cette étude a pour objectif global de contribuer à une meilleure connaissance de la diversité et de l'écologie des papillons de jour dans la ville de Bujumbura afin de disponibiliser les données relatives à la biodiversité des papillons en général et à leur conservation.

- **Objectifs spécifiques :**

Inventorier et déterminer les différentes familles et espèces de papillons de jour dans 3 sites de la ville de Bujumbura.

- Montrer l'influence des saisons et des habitats sur la distribution des papillons de jour dans la ville de Bujumbura.
- Montrer l'influence des heures de la journée sur la distribution des papillons de jour dans la ville de Bujumbura.

2. Hypothèses

Pour atteindre ces objectifs ci-haut cités, nous nous sommes engagés à vérifier les hypothèses suivantes **:**

- La ville de Bujumbura abrite une grande diversité des papillons de jour;
- Les papillons de jour de la ville de Bujumbura sont plus abondants pendant la saison des pluies que pendant la saison sèche.
- Les papillons de jour de la ville de Bujumbura sont plus visibles dans la matinée, entre 8h00 et 11h30.

Notre mémoire s'articule autour de trois chapitres, Le premier chapitre est consacré à la revue bibliographique des papillons de jour, le deuxième chapitre décrit la zone d'étude, les méthodes et le matériel utilisé; le troisième chapitre comprend la présentation, l'analyse et la discussion des résultats. À la fin, nous présentons une conclusion et des perspectives pour clôturer ce travail.

CHAPITRE I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Introduction

Le terme « lépidoptère » dérive du latin scientifique lepidoptera, terme construit lui-même à partir du grec ancien « écaille » et « aile » (Dewulf et Houard 2016). Les papillons sont des insectes holométaboles et la forme adulte (imago) est communément appelée papillon adulte, leur larve est appelée chenille et la nymphe s'appelle chrysalide. Il s'agit d'un des ordres d'insectes les plus répandus et les plus largement connus dans le monde comprenant entre 155 100 et 174 233 espèces décrites réparties en 136 familles et en 43 genres (Arioua & Cherhabil, 2020).

Ils se caractérisent à l'état adulte par trois paires de pattes et deux paires d'ailes recouvertes d'écailles de couleurs très variées selon les espèces mais se détachent très facilement. Ils pondent des œufs qui donnent naissance à des chenilles. Ces dernières se transforment ensuite en chrysalides (s'abritant ou non dans un cocon préalablement tissé) et il en émerge enfin l'imago. On distingue les Rhopalocères ou papillons de jour et les Hétérocères ou papillons de nuit (Arioua & Cherhabil, 2020).

I. 1.1. Classification des Lépidoptères

Selon Nour El Houda et Asma, 2018 in Borges et Mothiron (2011), l'ordre des Lépidoptères est divisé en deux sous-ordres :

- Sous-ordre des Rhopalocères (papillons de jour) aux antennes robustes, filiformes et se terminant par une massue (Saidi, 2013) et aux ailes généralement assez colorées.
- Sous-ordre des Hétérocères (papillons de nuit) de couleurs sombres et aux antennes renflées à l'extrémité (figure1).

La classification des papillons de jour est basée sur des particularités de pattes et la forme des antennes (Arioua & Cherhabil, 2020). Ils présentent une grande variété de formes, de tailles et de couleurs. Chaque espèce est différente de sa voisine sous sa forme adulte mais aussi par ses œufs, ses chenilles, ses chrysalides et ses cocons.

Chacune passe par des étapes différentes à des moments différents de l'année et chacune se nourrit de plantes différentes. Les entomologistes professionnels se basent largement sur la nervation des ailes pour classer les espèces. Celle-ci apparaît généralement à travers le revêtement écailleux (surtout au revers), elle comporte souvent un champ fermé nommé cellule discoïdale situé vers le centre de l'aile (Arioua & Cherhabil, 2020). Cet auteur signale aussi que la structure des pattes antérieures a également de l'importance dans le cas des rhopalocères, Toutefois, dans la pratique on ne se sert que rarement de la nervation pour l'identification car l'examen des pattes et d'autres détails plus évidents suffit généralement.

I.1.2. Présentation des Rhopalocères et des Hétérocères

Les rhopalocères sont des papillons diurnes aux couleurs généralement vives, ils appliquent en posture de repos leurs deux paires d'ailes l'une contre l'autre verticalement et leurs antennes se terminent par une massue bien distincte (Abdelhai & Braoui, 2022).

Les Hétérocères plus souvent de mœurs nocturnes revêtent des couleurs plutôt sombres, disposent leurs ailes à plat ou en forme de toit en position de repos et ne présentent que rarement des antennes se terminant en massue (Arioua & Cherhabil, 2020; Albouy, 2001). Les hétérocères à activité nocturnes, présentent des antennes de formes variées, le plus souvent ramifiées (Figure 1).

La plupart des rhopalocères se distinguent du reste des lépidoptères selon (Belkhelfa & Guedmime, 2022) par au moins l'un des caractères suivants :

- ✓ Antennes en massues, celles des hétérocères étant habituellement fines et filiformes.
- ✓ Contrairement aux rhopalocères, les hétérocères ont un appareil du couplage alaire solidarisant l'aile antérieure avec la postérieure en vol.
- ✓ Les rhopalocères se tiennent au repos le plus souvent avec les ailes en contact redressées verticalement au-dessus du corps tandis que les hétérocères disposent le plus souvent celles-ci sur un plan à peu près horizontal, l'antérieure recouvrant la postérieure.
- ✓ Pour les rhopalocères, la période de vol est essentiellement restreinte aux moments ensoleillés ou au moins par temps clair tandis que la plupart des hétérocères sont nocturnes (ceux à vol diurne).

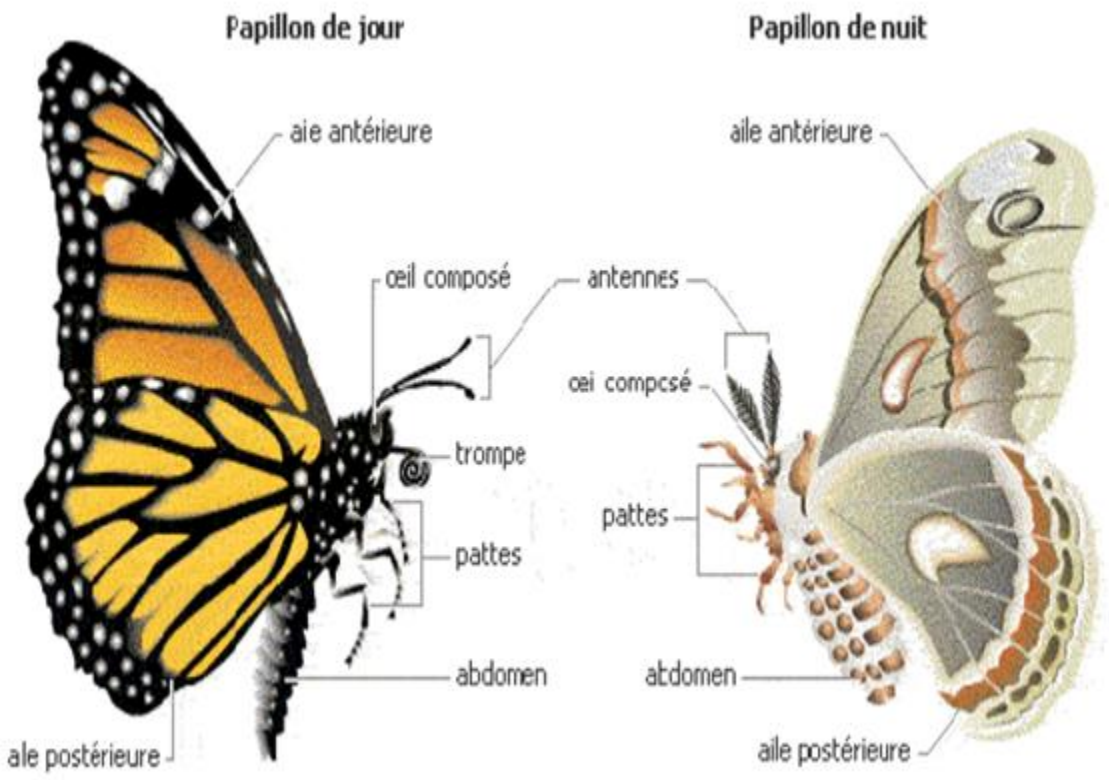


Figure 1: **Différence entre un papillon de jour et un papillon de nuit (Arioua & Cherhabil, 2020)**

I.1.3. Position systématique des papillons de jour

Les lépidoptères (Lepidoptera) sont un ordre d'insectes de la sous-classe des ptérygotes, section des Neoptera, super-ordre des Endopterygota. La Classification taxonomique actuelle des papillons de jour selon (Abdelhai et Braoui, 2022) est la suivante :

- ✓ Règne : Animalia
- ✓ Embranchement : Arthropodes
- ✓ Sous-embranchement : Hexapodes
- ✓ Classe : insectes
- ✓ Sous-classe : ptérygotes
- ✓ Ordre : lépidoptères
- ✓ Sous-ordre : Rhopalocères

I.2. Biologie des papillons de jour

I.2.1. La reproduction

Chez les lépidoptères, la recherche du partenaire sexuel est d'abord visuelle, un vol de rapprochement permet au mâle de rejoindre la femelle qui accepte ou non son invitation. De leur côté, les femelles signalent leur réceptivité en étalant bien leurs ailes et complètent le dispositif en émettant des phéromones au niveau de l'extrémité de l'abdomen. Certains mâles peuvent aussi émettre des phéromones au niveau des ailes grâce à des écailles spécialisées qui finissent par convaincre les femelles (Arioua & Cherhabil, 2020).

Il est à noter que contrairement aux Rhopalocères, la recherche du partenaire sexuel chez les Hétérocères, les femelles émettent des phéromones. Ces substances chimiques volatiles peuvent être captées par le mâle grâce à ses antennes parfois à plus de 5 km. Quand le mâle trouve la femelle, il émet lui aussi des phéromones de rapprochement qui stoppent l'attirance de la femelle pour d'autres mâles (Mollier-Pierret, 2012; Belkhelfa & Guedmime, 2022) Pour s'accoupler, le mâle s'unit à la femelle par l'extrémité de l'abdomen et la maintient à l'aide de pièces particulières afin de lui transmettre une petite poche de sperme. L'accouplement peut durer de quelques minutes à plusieurs heures. Après la fécondation, la formation de l'œuf dépend de la compatibilité des gamètes et des cytoplasmes mâles et femelles (Murlis *et al*., 2000).



Figure 2: Accouplement chez la piéride du navet (Arioua & Cherhabil, 2020)

I.2.2. Le cycle de vie

Le cycle biologique est complexe et se décompose en quatre phases bien distinctes (Figure 3). La première est l'œuf, siège du développement embryonnaire suivie du stade chenille. À ce stade, le stockage de l'énergie et la croissance sont les maîtres mots. Enfin vient la chrysalide, immobile qui est le siège de la transformation en papillon adulte d'où émerge l'imago, stade de dispersion et de reproduction des espèces (Abdelhai & Braoui, 2022). En général le cycle complet dure le plus souvent de 3 à 12 mois (Frahtia, 2002).



Figure 3: Cycle de vie chez les papillons (Abdelhai & Braoui, 2022).

I.2.3. Stades de vie des papillons de jour et leur morphologie

I.2.3.1. Stade œuf

C'est après l'accouplement que la femelle pond ses œufs soit un par un soit par petits groupes et plus rarement en masse sur une ou plusieurs plantes particulières appelées "plantes hôtes" (figure 4) qui serviront de nourriture aux futures chenilles (Lamri & Bouraba, 2020). L'oeuf mesure environ 0,5 mm de diamètre.

De forme sphérique et aplati aux pôles, il présente de nombreuses stries longitudinales. Initialement blanc-nacrés après la ponte, les œufs deviennent plus foncés puis rosissent après quelques jours de développement. La période d'incubation des œufs est influencée par la température et l'humidité relative (Lohmann & Breeders, 2022). Cette période dure en moyenne une à trois semaines (Sezonlin, 2006). Après quelques jours, ils finissent par éclore pour enfin donner naissance aux chenilles (Kaiser-Arnauld, 2013).



Figure 4: Oeufs du grand papillon blanc (Belkhelfa & Guedmime, 2022)

I.2.3.2. Stade chenille

Dans l'œuf, l'embryon se transforme peu à peu en chenille. Après l'éclosion, la minuscule chenille commence à se nourrir et ronge la coquille tendre de son œuf à l'aide de ses mandibules et la mange car elle lui apporte des sels minéraux et des bactéries nécessaires à son développement. Elle se nourrira par la suite de sa plante hôte en commençant par les fleurs et l'épiderme des feuilles (figure 5). Sa seule préoccupation sera donc de s'alimenter pour accumuler ainsi les réserves nécessaires à sa transformation (Lamri & Bouraba**,** 2020).

La peau n'étant pas indéfiniment extensible, cinq mues marqueront la croissance. Avant chaque mue, la chenille cesse de s'alimenter et s'immobilise **(**Bergerot, 2011**).** Les cellules de l'épiderme se multiplient jusqu'à former une seconde peau bien plus large. En aspirant de l'air, la chenille fait gonfler et éclater son ancienne peau dont elle se sépare **(**Mollier-pierret, 2012**).**



Figure 5: Chenille d'un Papillon machaon (Belkhelfa & Guedmime, 2022)

Le corps de la chenille comporte de nombreux segments. Le thorax porte trois paires de pattes qui servent essentiellement au maintien sur le végétal consommé. Toutes les chenilles des rhopalocères possèdent cinq paires de fausses pattes au niveau de l'abdomen qui assurent la locomotion grâce à leurs ventouses et leurs crochets (figure 5). De nombreuses chenilles ont des préférences marquées pour certaines plantes qu'elles consomment et que les scientifiques qualifient de plantes « hôtes » (Bergerot, 2011).

I.2.3.3. Stade Chrysalide

La chrysalide (figure 6); du grec chryso qui veut dire or est le troisième stade du cycle de vie d'un papillon pendant lequel la chenille s'accroche à une branche avec un fil de soie (Albouy, 2011). Devenue bien grasse, la chenille cesse de s'alimenter pour pouvoir se transformer en chrysalide. Cette transformation s'appelle la nymphose (Mollier, 2012). Lors de la dernière mue, la larve va se débarrasser de ses attributs de chenille pour prendre l'apparence d'une nymphe ou chrysalide. C'est l'étape durant laquelle l'animal va changer radicalement d'apparence.

L'étape de la chrysalide (figure 6) peut durer deux semaines durant lesquelles l'animal est à la merci des aléas du climat et des prédateurs. La solidité de son ancrage à son support et la qualité de son camouflage vont l'aider à franchir cette étape délicate. En quelques jours la chrysalide aura changé de teinte et chez certaines espèces comme le papillon monarque, les ailes de l'adulte deviennent visibles sous l'exosquelette.

Selon Abdelhai & Braoui (2022) la sortie de l'animal s'effectue en 2 à 3 minutes, le corps de l'animal qui était recroquevillé se dilate, va gonfler ses ailes froissées en faisant circuler de l'air et un liquide exuvial nommé hémolymphe. Celui-ci va durcir et rigidifier les 2 paires d'ailes



Figure 6: La chrysalide d'un Noctuidae (Leucania *sp*) (Abdelhai & Braoui, 2022).

I.2.3.4. Stade adulte ou Imago s

Dans la chrysalide, le corps de la chenille se liquéfie complètement et se réorganise pour devenir peu à peu un papillon. Peu avant l'éclosion, la peau de la chrysalide devient transparente et laisse deviner le corps du papillon. Là encore, son corps se remplit d'air et brise la chrysalide d'où il va s'extraire (Mollier-Pierret, 2012). A la fin de la métamorphose, l'imago brise la chrysalide et émerge mais il doit attendre 4h avant de voler, une période durant laquelle il pompe du fluide corporel afin que le corps durcisse (Belkhelfa & Guedmime, 2022 In Genzales, 2019). Pour déployer ses ailes encore humides et chiffonnées, le papillon va faire circuler le sang dans les nervures des ailes et bien les faire sécher avant de s'envoler (Mollier-Pierret, 2012).

Un papillon adulte vit généralement entre un jour et six mois (Warnau, 2004), il est essentiellement caractérisé par ses deux paires d'ailes recouvertes d'écailles et par sa trompe. La tête porte une paire d'yeux composés et une paire d'antennes sensibles aux odeurs, une trompe et des pailles rétractables qui servent à aspirer la nourriture. Le thorax porte deux paires d'ailes membraneuses portant des écailles ainsi que trois paires de pattes. L'abdomen regroupe plusieurs organes internes liés aux processus physiologiques tel que la reproduction..., il porte plusieurs orifices appelés stigmates qui permettent la respiration (figure 7).

I.2.4. La morphologie externe d'un papillon adulte

Selon Lamri & Bouraba (2020) in Bergerot (2011), le corps d'un papillon comme tout insecte se divise en trois parties qui sont la tête, le thorax et l'abdomen (figure 7).

I.2.4.1. La tête

La tête d'un papillon est de forme grossièrement sphérique, sa mobilité est fort restreinte. Elle porte deux gros yeux composés chacun de près de 6 000 lentilles cornéennes (Ommatidies) qui jouent chacune le rôle d'un petit œil et captent une fonction du signal visuel permettant un large champ de vision mais uniquement pour un spectre de couleur limité (Abdelhai & Braoui, 2022 in Dozieres *et al*.**,** 2017). La face ventrale de la tête porte la trompe enroulée d'un type suceur-lécheur (Proboscis) qui n'existe qu'à l'état adulte et qui est constituée de deux gouttières formant un canal servant à aspirer le nectar. La tête porte aussi une paire d'antennes **(**Lamri & Bouraba, 2020 in Guenael & Benedicte**,** 2005 **;** Bergerot *et al*., 2012).

- **Les antennes**

Les papillons n'ont pas de nez mais possèdent de grandes antennes qui leur servent d'appareil olfactif, leurs antennes se terminent en forme de massue (papillons de jour) (Lamri & Bouraba, 2020**)**. Selon cet auteur, les deux organes olfactifs séparés leur permettent de localiser des sources d'odeurs.

- **Les yeux composés**

Selon **(**Abdelhai & Braoui, 2022 in Baker, 2002**),** chaque œil est formé comme chez tous les insectes de plusieurs petits yeux nommés ommatidies. L'ommatidie possède un cône (cristallin) surmonté d'une cornée (facette) sur laquelle existe un élément sensible à la lumière "le rhabdome". Chaque ommatidie est séparée par des cellules qui les isolent les unes des autres, des nerfs relient directement l'ommatidie au cerveau qui reçoit une image en mosaïque. Les papillons ont une excellente vision des couleurs et en perçoivent plus que d'autres animaux.

I. 2.4.2. Le Thorax

Selon (Arioua & Cherhabil, 2020)**,** le thorax est le centre moteur du corps, il porte les pattes et les ailes. Il se compose de trois segments : le prothorax, le mésothorax et le métathorax, il est relié à la tête par un cou étroit, renforcé par des plaques rigides de chitine. Il porte deux paires d'ailes nervurées composées d'une fine membrane chitineuse (Lamri & Bouraba, 2020).

- **Les ailes**

Selon Abdelhai & Braoui (2022), les ailes sont couvertes de minuscules écailles qui donnent l'ornementation et les couleurs particulières à l'espèce, elles portent de minuscules plaques chitineuses dotées d'un pédicelle à leur base permettant l'insertion sur la membrane. La majorité de ces écailles est pigmentée. Cependant, certaines couleurs métalliques sont essentiellement optiques. Ce phénomène appelé diffraction de la lumière est également visible sur les pellicules d'huile flottant sur l'eau (Abdelhai & Braoui, 2022).

Les ailes au nombre de quatre sont formées d'un réseau de nervures rigides et chitineuses que tend une membrane couverte d'écailles. Les nervures ou vaisseaux de l'aile permettent la double circulation de l'air (trachées) et du sang (lacunes sanguines). Mais ces vaisseaux ne sont irrigués qu'au début de la vie de l'insecte parfait, à l'extrémité des ailes, ils se durcissent rendant toute circulation impossible.

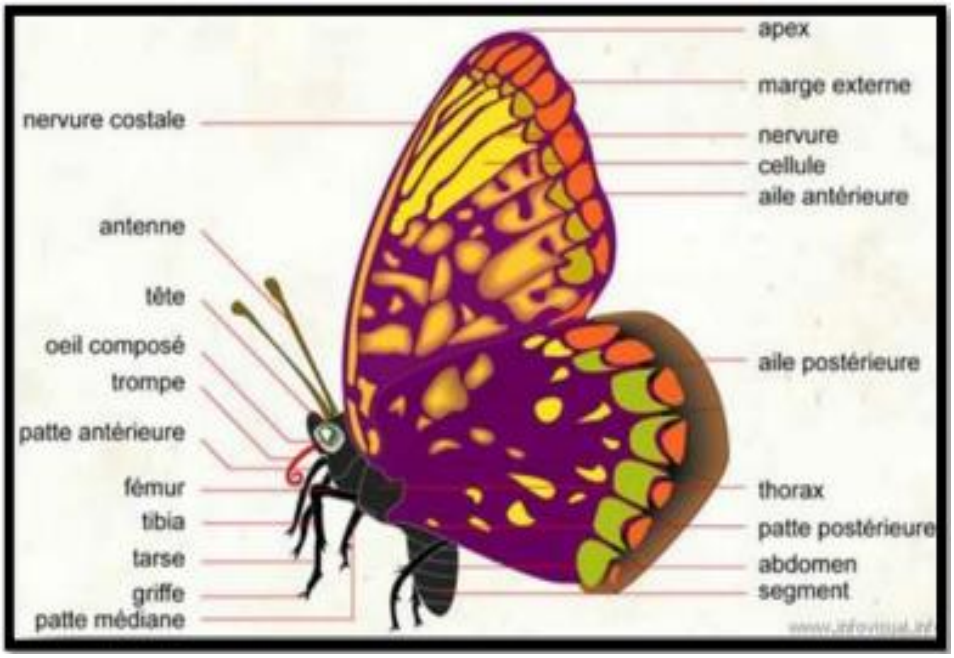


Figure 7: Morphologie externe d'un lépidoptère (Abdelhai& Braoui, 2022).

❖ **Les pattes**

Les pattes sont articulées et formées de cinq éléments : coxa (hanche), trochanter, fémur, tibia et tarse (figure 8). Le tarse qui correspond aux pieds et aux orteils de l'homme comprend cinq articles, le dernier porte à son extrémité une paire de griffes recourbées et sur la face inférieure, des organes sensoriels, les coussinets ou pulvilles. Ces pattes lui servent d'organe du goût en lui permettant de détecter le nectar des fleurs et par la même occasion de reconnaître les plantes adéquates pour la ponte de ses œufs. Ces mêmes plantes serviront à nourrir les chenilles à leur éclosion (Abdelhai & Braoui, 2022 in Baker, 2002).

D'une manière générale, la première paire de pattes offre des dimensions moindres que les deux suivantes. Le papillon l'utilise pour faire la toilette de ses yeux, de ses antennes et de sa trompe. Les femelles possèdent souvent sur les pattes antérieures ou postérieures plusieurs organes odoriférants qui signalent leur présence aux mâles à plusieurs kilomètres.

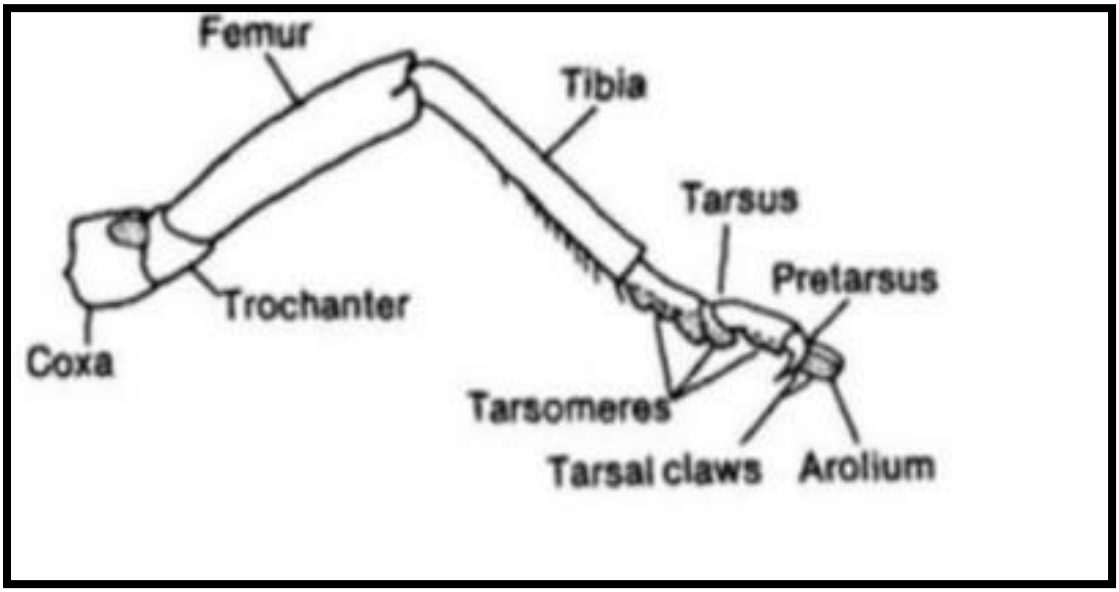


Figure 8: Structure des pattes des lépidoptères (Jantzen & Eisner, 2008)

I. 2.4.3. Abdomen

L'abdomen est la dernière partie du corps de l'insecte. Par rapport à la tête et au thorax, l'abdomen est mou et flexible. Il est allongé et cylindrique. Il contient les organes de digestion, les viscères de l'insecte (intestin, rein, tubes de Malpighi, ...). Il porte de chaque côté une rangée de stigmates pour permettre la respiration. Enfin, l'abdomen contient les organes reproducteurs nommés genitalia (Abdelhai & Braoui, 2022).

Il est composé de huit segments chez le mâle, seulement sept chez la femelle et trois ou quatre autres profondément modifiés pour former les structures externes de l'appareil reproducteur. Chez la plupart des femelles, il est muni d'un ovipositeur qui sert à la ponte des œufs (Lamri & Bouraba, 2020).

I.3. Ecologie des papillons de jour

I.3.1. Habitat et période de vol

Les papillons de jour peuvent s'observer pratiquement dans tous les types d'habitats. Les milieux herbeux ensoleillés sont souvent très riches en espèces. Les pelouses calcaires, en raison de leur diversité floristique sont des « spots » particulièrement intéressants pour l'observation des papillons de jour.

De même, les lisières forestières, les layons et les clairières sont des lieux privilégiés car ils permettent d'observer à la fois les espèces des milieux ouverts et ceux des habitats boisés adjacents. Dans les zones urbanisées, les jardins et les parterres fleuris peuvent attirer une diversité assez significative d'espèces (Abdelhai & Braoui, 2022).

Certains papillons, comme le Brun des Pélargoniums liés aux géraniums de jardin, ne se rencontrent pratiquement qu'à proximité des villes. Les zones agricoles sont généralement moins propices aux papillons mais on peut néanmoins y observer une assez grande variété d'espèces au moment de floraison des plantes cultivées (Carrière, 2013).

La période de vol ne dure parfois que deux semaines pour plusieurs espèces dont la répartition est très limitée ; elle est plus longue pour la plupart, si l'on considère toute l'aire de distribution. Pour de nombreuses espèces à l'aire de répartition étendue, le nombre de générations annuelles peut varier sensiblement en fonction du type de biotope, de l'altitude et du climat local (Chinery et Cuisin, 1994). L'habitat fournit la nourriture et le refuge aux espèces ou leur permet de migrer et de coloniser de nouveaux habitats (Saarinen *et al*., 2005). La connaissance des biotopes est souvent nécessaire pour découvrir les papillons notamment ceux qui ont un besoin d'un environnement très spécifique (Arioua & Cherhabil, 2020). Les espèces se répartissent entre les milieux de type prairie et pelouse et ceux de type arbustif et arboré.

Les milieux ouverts sont traditionnellement considérés comme plus intéressants pour les Rhopalocères (espèces héliophile). Leur forte présence est favorisée par la diversité des espèces, leur adaptation parfois leur spécialisation à une espèce végétale. C'est en effet le facteur alimentaire de la larve qui est essentiel. Partout où une plante a pu s'installer et se développer, il s'est trouvé une espèce de papillon pour en tirer profit (Arioua & Cherhabil, 2020).

I.3.2. Alimentation

Le régime alimentaire des larves varie selon les espèces (Saidi, 2013). La majorité des larves de Lépidoptères sont phytophages ou herbivores dans la plupart des écosystèmes terrestres et souvent les premiers insectes phytophages dans les écosystèmes forestiers (Bonneil, 2005). Elles ont un régime alimentaire à base de plantes (Des mousses aux plantes à fleurs).

Avec leurs pièces buccales broyeuses, elles s'attaquent à divers organes (racines, troncs, tiges, bourgeons, feuilles, fleurs, fruits, graines…) qu'elles consomment de l'intérieur (Endophytes) ou en restant à l'extérieur (Ectophytes).

Les modalités de leur phytophagie ont été très étudiées, en rapport surtout avec les dégâts qu'elles peuvent infliger aux cultures, aux forêts et aux denrées. Au sein des Lépidoptères, certaines chenilles au régime alimentaire particulier sont dites aphytophages (se nourrissant de bouse, cochenille, farine, fourmis, cire, pollen, laine, nectar…). Parmi elles, un petit nombre sont parasitoïdes ou prédatrices d'autres animaux (Lamri & Bouraba, 2020 ; Warnau, 2004).

I.3.3. Répartition

D'une manière générale, les principaux facteurs de la répartition actuelle des papillons sont la distribution des végétaux, le climat (ensoleillement, température, pluviosité, vents), la latitude et l'altitude, la plupart de ces paramètres étant étroitement liés (Lamri & Bouraba, 2020 in Chinery et Cuisin, 1994). La nature du sol affecte également d'une manière indirecte la distribution des lépidoptères, ainsi certaines plantes sont strictement calcicoles ou calcifuges.

Les papillons polyphages ont un potentiel d'expansion plus important que les monophages dépendant d'une seule plante. La distribution de ces derniers est souvent directement corrélée à celle de leur plante hôte, au point qu'il suffit parfois de trouver le végétal pour découvrir le lépidoptère. Dans leur aire de répartition, la plupart des espèces et les fleurs sont adaptées à un habitat particulier (prairie, forêt, etc.) et ne vivent pas en dehors (Lamri & Bouraba, 2020).

I.3.4. Ennemis des papillons

Comme tous les insectes, les papillons sont convoités par beaucoup de prédateurs ainsi que des parasites et peuvent même faire face à des maladies pendant tout leur stade de développement. Parmi les ennemis que peuvent rencontrer les papillons on peut trouver :

- **Les prédateurs**

Les papillons ont comme prédateurs les oiseaux en particulier lorsqu'ils doivent nourrir leurs petits. Des espèces comme les mésanges bleues apprécient particulièrement les chenilles qui sont des proies faciles et très nourrissantes, certains hyménoptères dont les polistes se nourrissent leurs larves.

Des coléoptères, des hémiptères (punaises), des fourmis et autres insectes, des araignées s'attaquent à tous les stades de développement des lépidoptères (Belkhelfa & Guedmime, 2022).

❖ **Les parasites**

Les hyménoptères comme les Ichneumons non déterminés ressemblant à *Trogus lapidator* (Belkhelfa & Guedmime, 2022) (Ichneumonidé) sont des parasites des chenilles du papillon Machaon. Les cordyceps militaires sont des champignons entomophages qui parasitent les chenilles ou les chrysalides de papillons.

❖ **Les maladies**

Les chenilles contractent également des maladies telles des bactérioses, mycoses, viroses. Celles-ci ne sont pas transmissibles à l'homme. Les années humides et les hivers doux semblent favoriser ces maladies. Par contre, certaines chenilles du genre *Hylesia* en Amérique et du genre *Anaphae* en Afrique peuvent transmettre à l'homme la maladie nommée la « papillonite » ou « lépidoptérisme », affection cutanée provoquée par les poils urticants de ces chenilles (Schmelts, 2011).

I.3.5. Moyens de défense des papillons de jour.

- Le camouflage : consiste à se fondre dans l'environnement en choisissant la couleur ou la texture du support (arbres, feuilles et rochers environnants de teinte brune-verte-grise) en fonction des couleurs des individus.
- La duperie : assemblage de forme et de couleurs, renforcées par un comportement approprié.
- L'imitation (mimétisme) : consiste à lancer un signal avertisseur en exploitant un assemblage de couleurs voyantes destinées à attirer l'attention (Lamri & Bouraba, 2020).

Les œufs sont protégés grâce à leurs couleurs aposématiques et leur camouflage et certains renferment des substances inhibitrices de la croissance de larves de parasites. Plusieurs familles recouvrent leurs œufs avec des écailles provenant de l'extrémité de leur abdomen (Arioua & Cherhabil, 2020). Les chenilles prennent elles aussi la couleur du milieu environnant, se cachent dans des gousses ou des feuilles repliées par des fils de soies, dans les fentes d'écorces.

Les chrysalides immobiles ont aussi presque toutes une coloration cryptique qui les cachent dans leurs habitats. Les papillons adultes eux, échappent aux prédateurs grâce à un camouflage qui va des simples couleurs cryptiques aux dessins les plus sophistiqués (Belkhelfa & Guedmime, 2022). Certaines espèces imitent des créatures dangereuses d'autres utilisent la forme de leurs ailes, fausses pattes et faux yeux pour tromper leurs prédateurs (Arioua & Cherhabil, 2020).

I.3.6. Facteurs et risques influençant la diversité des papillons de jour.

Quelques facteurs influencent la diversité des papillons de jour selon Belkhelfa & Guedmime, (2022), notamment :

- La destruction des habitats due à l'urbanisation des milieux,
- La fertilisation azotée
- L'assèchement des zones humides et les changements de pratiques comme l'abandon des élevages extensifs ou l'intensification de l'exploitation des milieux.
- Pollution
- Changement climatique

Comme le soulignent les chercheurs, ce sont surtout les espèces de papillons dites spécialistes, celles qui dépendent d'un milieu bien particulier, qui ont le plus subi cette extinction. Des papillons de prairies, comme l'Hermite de prairies humides, comme le mélibée ou ceux des clairières, comme le damier du frêne ont souffert de nombreux facteurs notamment de l'urbanisation, de l'élevage ou de l'assèchement des sols (Belkhelfa & Guedmime, 2022).

Bien qu'aucune espèce ne soit connue pour avoir disparu à cause de l'action humaine, certaines sous espèces ont été éteintes et certaines espèces rares sont en voie de disparition. La protection de l'habitat naturel est le moyen le plus efficace pour prévenir la réduction importante des populations et la mise en danger des papillons (Thompson, 2006; Mollir-Pierret, 2012) et (Belkhelfa & Guedmime, 2022).

CHAPITRE II. MILIEU D'ETUDE, MATERIEL ET METHODES

II.1. Présentation du milieu d'étude

Notre étude a été réalisée dans la ville de Bujumbura située au Nord Est du lac Tanganyika, à l'ouest de la République du Burundi entre 3°30'-3°51' de latitude sud et 29°31'-29°42' de longitude Est. Elle comprend trois communes : Muha au sud, Mukaza au centre et Ntahangwa au Nord (figure 9), les sites d'échantillonnage se trouvent dans ces trois communes. Le climat est de type tropical. Selon Nzigidahera (2012), le relief est caractérisé par une plaine de basse altitude qui se relève d'ouest en est avec une altitude moyenne de 820m ; la texture du sol est composée de sable, de marécages avec de l'argile gonflante, l'argile simple, l'argile avec du sable, l'argile mélangé avec du sable et du limon.

Le 1er site d'échantillonnage se situe au campus Mutanga (3°22'31,71"S; 29°23'2,87"E et à 845m d'altitude) en commune Mukaza. Il est limité au Nord par l'avenue de l'imprimerie, au Sud par l'avenue de l'Unesco, à l'Ouest par le quartier Nyakabiga 3 et à l'est par le boulevard Mwezi Gisabo. Le site est caractérisé par la présence de deux strates végétales à savoir : la strate arbustive et celle des herbacées. C'est un milieu ouvert, les espèces végétales les plus dominantes appartiennent aux familles des Combretaceae et des Asteraceae.

Le second site d'échantillonnage se situe au Campus Kamenge (3°21'52,04''S, 29°23''27,10'' E et à 866m d'altitude) dans la commune Ntahangwa. Il est limité au nord par le Lycée Notre Dame de Vugizo, au Sud par l'avenue du Saint Esprit, à l'Ouest par le boulevard Mwezi Gisabo et à l'est par le Lycée du Saint Esprit. Ce site est caractérisé par la présence de deux strates végétales: la strate arbustive et celle des herbacées. C'est un milieu ouvert, les espèces végétales les plus dominantes appartiennent aux familles des Combretaceae et des Fabaceae.

Le 3ème et dernier site d'échantillonnage se trouve en commune Muha (3°27'26,50", 29°20'39,30"E et à 784m d'altitude). Il est situé plus précisément en zone Kanyosha de la Commune Muha au Sud de la Capitale dans le quartier Nyabugete 3, la partie non bâtie qui va jusqu'au littoral du lac Tanganyika. Ce quartier est limité au Sud par le quartier Nyabugete 4, à l'Ouest par le lac Tanganyika, à l'Est par le quartier Nyabugete 2 et au Nord par la route Bujumbura-Rumonge. Ce site est caractérisé par une végétation majoritairement constituée de la strate herbeuse, dominée par les Asteraceae et les Fabaceae.

Ces sites ont été choisis en vue d'inventorier et de comparer les familles des papillons les plus abondantes dans la ville de Bujumbura mairie.

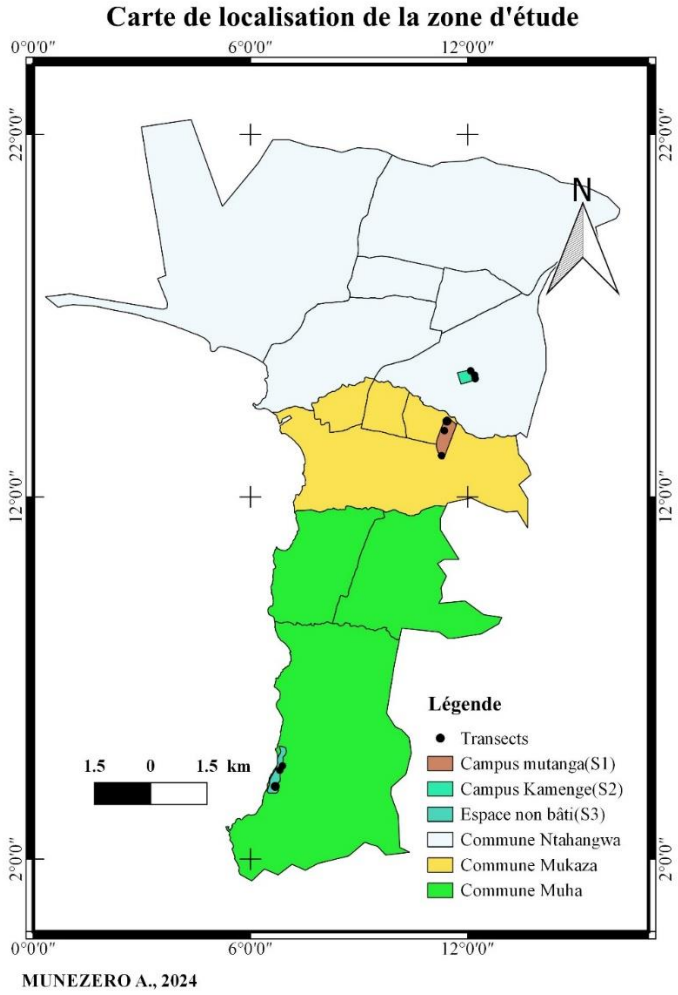


Figure 9:Localisation des sites d'étude

II.2. Matériel et méthodes.

II.2.1. Matériels utilisés sur terrain

- **Le filet à papillons**

C'est un filet servant à la collecte d'insectes et surtout à attraper des papillons en vol. Généralement, il consiste en une structure circulaire vide fixé à un manche en bois avec une maille fine s'attache à la structure vide.



Figure 10: Filet à papillons

- **Les papillotes**

Les papillotes sont de petites enveloppes de papier fabriqués manuellement dans lesquelles on dépose généralement un seul spécimen. Elles sont de forme triangulaire.

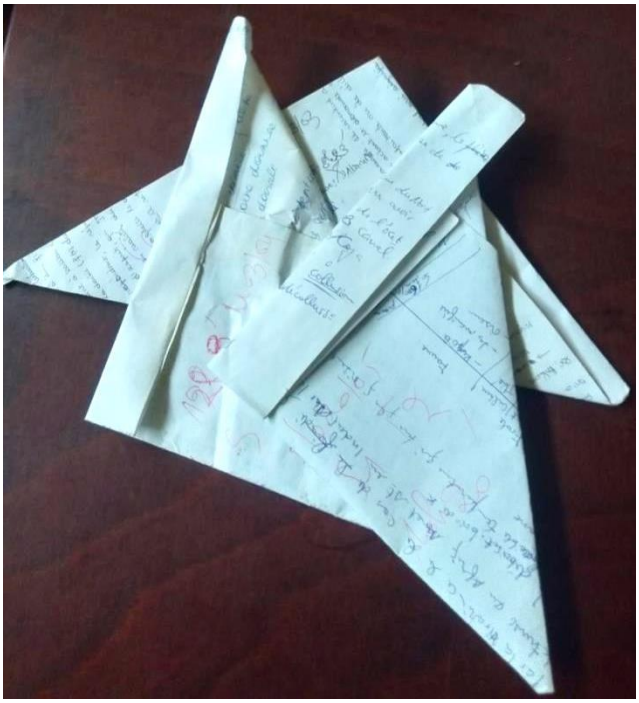


Figure 11: Papillottes

❖ **Boites**

Les papillons de jour collectés et conservés dans des papillotes ont été conservés dans des boites avant leur préparation.



Figure 12: Boite de conservation provisoire des échantillons

❖ **Carnet des notes**

Au retour de la chasse, le récolteur de papillons doit s'empresser de noter sur un carnet les diverses observations concernant les espèces qu'il rapporte : localité de capture, date, altitude. Ces données peuvent l'aider à réaliser les étiquettes indispensables qu'il adjoindra sous les sujets étalés.

Nous avons également récolté les spécimens de plantes en fleurs visitées par des papillons de jour. Les spécimens de plantes collectés ont été soit directement identifiés sur terrain ou mis dans des papiers journaux pour identification ultérieure au laboratoire.

II.2.2. Matériels utilisés au laboratoire

❖ **Le ramollisoir :** les échantillons séchés nécessitent une réhumidification nécessitant un séjour de 12 à 24heures dans un ramollisoir.



Figure 13: Ramollisoir

❖ **Etaloir à papillons**

Pour apprêter et faire sécher le papillon, on se sert d'un étaloir. Il est composé de deux surfaces lisses séparées par une rainure centrale. Le fond de la rainure ou gouttière doit être garni de liège dans lequel seront enfoncées les épingles. Il mesure de 20 à 30 cm de long.



Figure 14: Etaloir

- **Les Pinces**

Les pinces sont utilisées pour apprêter les ailes des papillons



Figure 15: Pinces

- **Epingles entomologiques**

Elles sont utilisées pour fixer les papillons sur l'étaloir et dans la boite à collection.



Figure 16: Epingles de gros diamètre



Figure 17: Epingles de petit diamètre

Ces épingles sont conçues pour facilite l'étalage des insectes. L'étalage consiste à bien disposer les différentes parties du corps de l'insecte pour faciliter son observation.

❖ **Les bandelettes** : sont utilisées pour maintenir les ailes étalées sur l'étaloir.



Figure 18: Bandelettes

❖ **Boîte à collection**

La boite de collection est vitrée du format 26 x 39 x 6 cm. Il est préférable de la conserver dans une armoire bien fermée, car la lumière et la poussière sont les principaux ennemis des collections (Arioua & Cherhabil, 2020)



Figure 19: Boîte à collection

- **Phénolphtaléine :** liquide organique utiliser pour la conservation des papillons dans la boite de collection.

- **Clef de détermination.**

Afin de connaitre différents papillons et leur différentes couleurs, comportement, la période d'apparition, la distribution, on doit utiliser un guide bien précieux pour l'identification par les couleurs et les dessins des ailes, On peut aussi comparer notre spécimen à ceux d'une collection de référence (comme les boites de collection se trouvant à l'OBPE, au campus Mutanga ainsi que les clés de détermination de différents pays disponibles en ligne).

D'autres matériel comme : un microscope binoculaire, une étuve, GPS, appareil photo ont été utilisés dans le cadre de la réalisation de cette étude.

II.2.3. Période de suivi

Cette étude s'est étalée sur une période de 6 mois. La collecte des données sur terrain a couvert la saison des pluies et la saison sèche à partir du mois de mars jusqu'en août 2023 en vue de mettre en évidence l'influence des saisons. La collecte a pris 2 jours par mois sur chaque site, soit 6 jours de présence sur terrain pendant la saison des pluies et 6 jours de présence sur terrain pendant la saison sèche.

Nous avons travaillé entre 8h00' et 13h00', sous une atmosphère ensoleillée, pour dégager l'influence des heures de la journée sur la dynamique journalière des papillons du jour.

II.2.4. Méthodes utilisées

- **Capture des papillons du jour**

La méthode de collecte que nous avons utilisée pour l'inventaire des papillons de jour s'inspire de celle utilisée par Lamri & Bouraba (2020) in Pollard (1977). Elle consistait à utiliser de transects linéaires de 200 m qui sont établis et appropriés à chaque site. Chaque transect a été parcouru en zigzag ou en ligne droite tout en respectant la même durée. Équipé d'un filet entomologique, nous avons capturé tous les papillons de jour passant à notre portée. Les différents sites ont été visités pendant les heures en soleillées.

❖ **Conservation et transport des échantillons**

Après la capture des papillons, ces derniers ont été conservés dans des papillotes puis transportés au laboratoire pour le montage et l'identification à l'aide de la clé de détermination, chaque papillote a été étiquetée. Nous y avons indiqué l'endroit où l'échantillon a été capturé, le matériel utilisé, la date de l'échantillonnage, le temps, le climat qu'il faisait (ensoleillé ou pas ensoleillé) et la plante hôte sur laquelle le papillon a été vu ainsi que le nom du collecteur.

❖ **Ramollissage, étalage, séchage et identification des échantillons récoltés.**

Les méthodes que nous avons utilisées pour la préparation des échantillons récoltés sont entre autres :

- **Le ramollissage**

Les papillons collectés et conservés dans les papillottes ont été ramollis dans un ramollissoir avant leur étalement. Le temps de ramollissage est d'environ 48 heures. Une fois le papillon ramolli, il est devenu mou et peut être étalé sur un étaloir (https://lepido.ch › (consulté, le 30/08/2023).

- **Etalage et séchage**

L'étalage est la manipulation qui consiste à redonner une apparence naturelle aux papillons de notre collection. Le matériel nécessaire pour cette importante étape est l'étaloir, les aiguilles entomologiques, les bandelettes et les pinces à papillon. Après avoir piqué l'insecte perpendiculairement dans le thorax avec une épingle entomologique, on enfonce l'épingle portant le papillon dans la rainure de l'étaloir, puis on fixe le spécimen sur l'étaloir de façon un peu inclinée vers l'avant.

A l'aide d'une bande à étaler et d'une pince plate, on plaque les ailes de chaque côté du papillon en prenant soin que le bas de l'aile antérieure soit perpendiculaire au thorax de l'insecte, puis on remonte l'aile postérieure. On maintient la bande de papier avec des épingles à étaler (épingles à tête). Il faut que les ailes du spécimen soient au même niveau que la surface de l'étaloir (Belkhelfa & Guedmime, 2022b).

Enfin, on met un code sur chaque spécimen pour ne pas les confondre et on les laisse sécher dans l'étuve pendant au moins une semaine. Après toutes ces étapes, nos papillons sont prêts à l'identification.

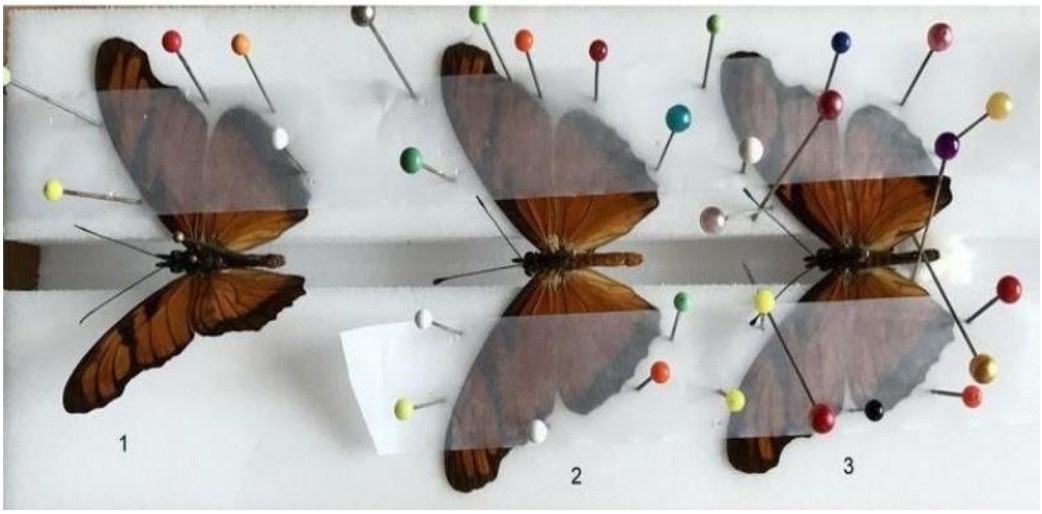


Figure 20: Montage et étalement d'un papillon

- **Identification**

Après le séchage vient l'identification ; il s'agit de comparer les papillons aux différentes illustrations de la clé d'identification jusqu'à ce qu'on reconnaisse l'espèce concernée. On peut aussi comparer notre spécimen à ceux d'une collection de référence. Les individus capturés ont été observés sous une loupe binoculaire et identifiés à l'aide des clés d'identification suivantes : Carrière (2013), Ombelline & Mael (2022), Luc (2010), Jaulin & Baillet (2007), Leconte & Baudraz (2013)

II.2.5. Exploitation des résultats

L'exploitation des résultats a été réalisée par la méthode de calcul des indices écologiques de composition et de structure. Le traitement et l'analyse des données a été faite à l'aide du logiciel Excel version 2013 afin de produire les Tableaux et les figures de synthèse tandis que le Microsoft Word version 2010 a été utilisé pour la rédaction. Différents ouvrages, rapports, thèses, articles et mémoires ont été consultés pour trouver les outils d'analyse et l'interprétation des résultats.

II.2.5.1. Indices écologiques.

Les indices écologiques utilisés sont les indices de composition (la richesse spécifique, fréquence centésimale) et de structure (l'indice de diversité de Shannon (H') et l'indice d'équitabilité.

❖ **Indices de composition :**

✓ **La richesse spécifique « S »** : représente l'un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement, elle est égale au nombre total d'espèces rencontrées au moins une fois au cours de l'observation (Ramade,1984).

✓ **Fréquence centésimale** : selon Arioua & Cherhabil (2020) in Dajoz (1971), la fréquence centésimale est le pourcentage d'individus d'une espèce (ni) par rapport au total d'individus (N) de toutes espèces confondues. Elle est calculée comme suit :

Fc%=(ni/N) x100.

où ni : nombre d'individus de l'espèce (n)

N : nombre total d'individus de toutes espèces confondues.

❖ **Indice de structure**

✓ **Indice de diversité de Shannon-Weaver**

La diversité d'un peuplement est calculée à partir de l'indice de Shannon-Weaver. Selon Belkhelfa & Guedmime (2022) in Ramade (1984), c'est un indice qui permet d'évaluer la diversité réelle d'un peuplement dans un biotope. Cet indice varie en fonction du nombre d'espèces, il est calculé à partir de la formule suivante :

$$(H') = -\sum_{i=1}^{n} pi \ln pi$$

H' : indice de diversité de Shannon, exprimé en bit par individus

Ln : est le logarithme népérien.

Pi : fréquence relative de l'espèce i dans un peuplement, elle est calculée par la formule Pi=ni/N

Ni : nombre d'individus de l'espèce i.

N : nombre total d'individus.

- ✓ **Indice d'équitabilité de Pielou**

L'équitabilité est le rapport de la diversité observée H' à la diversité maximale Hmax ou H' et Hmax sont exprimés en binary digit. Elle varie entre 0 et 1 et lorsqu'il tend vers 0 la totalité des effectifs correspond à une seule espèce de peuplement et il tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus (Belkhelfa & Guedmime, 2022).

Selon ces auteurs, l'équitabilité (E) est calculée à partir de la formule suivante :

(E) = H' /Hmax avec H'max=lnS

où H'max : diversité maximale

S : richesse totale de peuplement

Ln : logarithme népérien

- ❖ **Indice de similarité de Sorensen**

Cet indice permet de mesure le degré de similarité ou ressemblance dans la composition spécifique entre les sites (Béchir & Mopaté, 2015 ; Nduwimana *et al*., 2021)

$Cs = \frac{2a}{2a+b+c}$ Où :

- ✓ a : le nombre d'espèces communes aux deux sites comparés,
- ✓ b : le nombre d'espèces présents uniquement dans le site B
- ✓ c : le nombre d'espèces présents uniquement dans le site C.

La valeur de Cs varie aussi de 0 à 1. Plus la valeur de Cs tend vers 1 plus les sites ont une composition en espèces similaires.

CHAPITRE III. PRESENTATION, ANALYSE ET DISCUSSION DES RESULTATS

III.1. Présentation et analyse des résultats

III.1.1. Inventaire et détermination des familles des papillons de jour

Les résultats de l'inventaire et de l'identification des espèces de Rhopalocères recensées entre mars et août dans trois sites échantillonnés sont donnés dans le Tableau suivant.

Tableau 1: Abondance des espèces de Rhopalocères recensées dans les trois sites d'étude.

Familles	Espèces	Site 1	Site 2	Site 3	Total
Pieridae	*1. Anthocharis cardamines*	3	4	22	29
	2. Belenois calypso	8	7	39	54
	3. Clotis aurora	19	1	32	52
	4. Clotis danae	8	9	43	60
	5. Catopsilla florella	3	6	8	17
	6. Lipidea sinapsis	3	0	0	3
	7. Pieris rapae	5	0	2	7
	8. Phoebis sennae marcellina	21	1	3	25
	9. Pyritisia lisa euterpe	45	8	98	151
TOTAL	**9**	**115**	**36**	**247**	**398**
Lycaenidae	*1. Bumesius oileus oileus*	0	0	1	1
	2. Celastrina argiolus	3	10	16	29
	3. Cupido alcetas	20	8	20	48
	4. Cupido argiades	16	5	27	48
	5. Cupido minimus	45	14	14	73
	6. Cyaniris semiargus	14	0	8	22
	7. Glaucopsyche alexis	0	2	0	2
	8. Lampides boeticus	32	5	50	87
	9. Maculinea arion	1	0	4	5
	10. *Quercusia quercus*	4	0	0	4

TOTAL	**10**	**135**	**44**	**140**	**319**
Nymphal dae	*1. Acraea acerata*	6	16	10	32
	2. Acraea serena	161	26	90	277
	3. Apatura iris	0	6	0	6
	4. Aphantoppus hyperantus	14	24	0	38
	5. Brintesia circe	12	0	0	12
	6. Coenonympha oedippus	12	7	0	19
	7. Danaus clissipus	2	0	3	5
	8. Hypolymnas misippus	5	1	1	7
	9. Junonia oenone oenone	30	15	46	91
	10. Junonia Sophia	24	33	8	65
	11. Lopinga achine	115	61	3	179
	12. Limenitis Camilla	1	2	0	3
	13. Neptis paeta	1	0	0	1
	14. Polygonia c-album	10	0	0	10
	15. Venessula milka	16	0	0	16
TOTAL	**15**	**409**	**191**	**161**	**761**
Hesperidae	*1. Acleos migrapex*	1	0	2	3
	2. Certerocephalus palaemon	4	2	14	20
TOTAL	**2**	**5**	**2**	**16**	**23**
Papilionidae	*1. Papilio demodecus*	5	5	2	12
	2. Papilio nireus	2	1	1	4
	3. Papilio sp.	2	0	0	2
TOTAL	**3**	**9**	**6**	**3**	**18**

La figure ci-dessous montre l'effectif des papillons récoltés. Nous remarquons que le campus Mutanga compte plus d'espèces tout au long des sites visités.

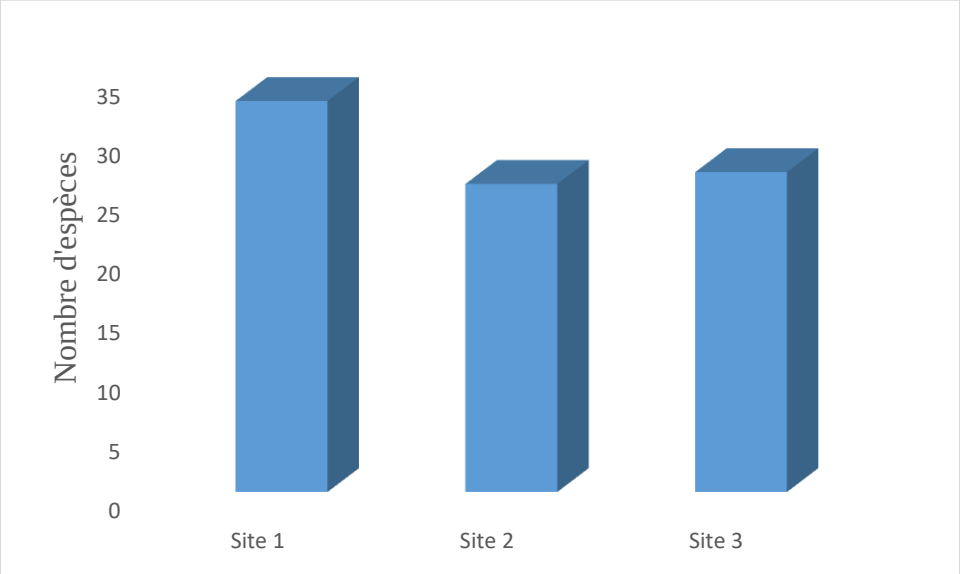


Figure 21: Nombre d'espèces identifiées par site.

Les 1519 spécimens constituent le peuplement global de Rhopalocères recensées entre mars et août 2023 dans les trois (3) sites (Annexe 1). Il est composé de trente-neuf (39) espèces réparties en cinq (5) familles : Nymphalidae, Pieridae, Lycaenidae, Hesperidae et Papillionidae (Tableau I).

La famille la plus représentée est celle des Nymphalidae, qui réunit (50%) des individus de collectés, elle est suivie par les Piéridae (26%) puis les Lycaenidae (21 %), puis par les Hesperidae (2%) et enfin celle des Papilionidae qui n'est représentée que par (1%) des effectifs (figure 22).

D'un point de vue des effectifs, le peuplement global est dominé par six (6) espèces: *Acraea serena, Lopinga achine, Pyritisia lisa euterpe, Junonia oenone oenone, Lampides boeticus et Cupido minimus* (Tableau 1).

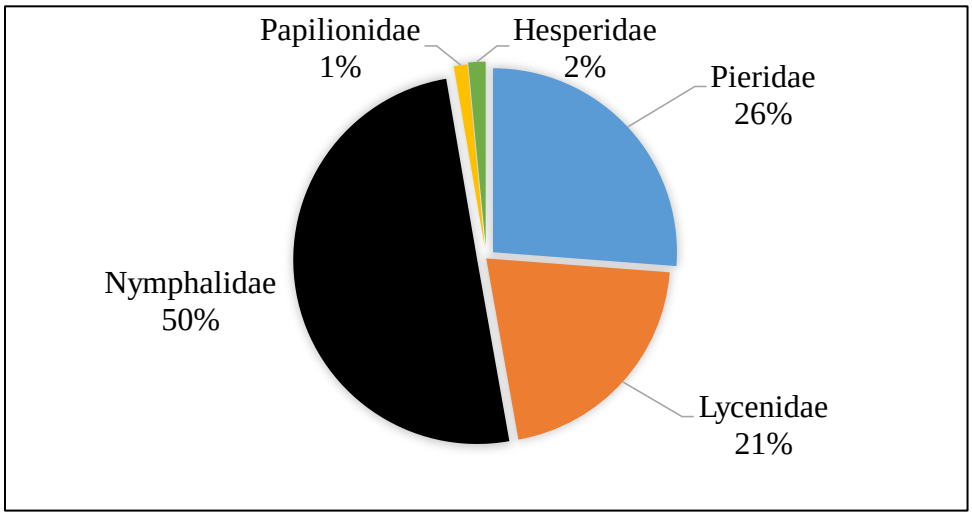


Figure 22: Effectif global des Rhopalocères par famille.

❖ *Calcul des indices écologiques: Indice de diversité de Shannon-Weaver et d'équitabillité appliqué aux espèces de papillon de jour de la zone d'étude*

Tableau 2: Diversité et équitabilité de papillons de jour dans la zone d'étude

Indices	**Sites d'étude**
Abondance totale	1519
S	39
H'	2,96
Hmax	3.68
E	0,8

D'après le Tableau 2, la richesse totale est égale 39, la diversité réelle du peuplement (H') a une valeur moyen 2.96, ce qui implique que le milieu est relativement riche en espèces tandis que l'équitabilité avoisine la valeur de 0,8 ; elle tend vers 1, alors nous sommes en présence d'un équilibre où toutes les espèces sont abondantes de la même façon.

❖ *Indices de structure et de composition dans les différents sites.*

Tableau 3: Valeurs de quelques indices écologiques dans les trois sites d'étude

Sites	**S**	**H'**	**E**
Site 1	33	2,8	0,8
Site 2	26	2,7	0,8
Site 3	27	2.7	0,8

L'examen du Tableau 3, fait ressortir :

- La richesse spécifique la plus élevée est de 33 espèces le Campus Mutanga suivi par le Quartier Nyabugete3 et Campus Kamenge avec respectivement 27 et 26 espèces.
- Le site le plus diversifiée semble être le C. Mutanga avec une valeur de 2,8 suivie par la partie non bâtie du Q. Nyabugete 3 et le C. Kamenge avec respectivement 2,7. Les indices des deux derniers sites étant les mêmes, les deux sites ont presque la même diversité.

❖ **Influence de l'indice de Sorensen sur la diversité des papillons de jour**

Le Tableau 3 donne le résultat du calcul des indices de diversité relatifs aux Papillons de jour collectés dans la zone d'étude. Les valeurs trouvées semblent indiquer qu'il n'y aurait pas de différence dans la richesse en espèces entre les trois sites d'étude.

Néanmoins, l'indice de similarité de Sorensen indique qu'il y a une similarité entre les sites de la zone d'étude. Le site 1 comporte 73% d'espèces en commun avec le site 2 et 81% d'espèces en commun avec le site3 et en fin les espèces du site 2 se ressemblent aux espèces du site 3 à 79%(Tableau 4).

Tableau 4: Indice de similarité de Sorensen dans trois sites d'étude

Indice	Site 1 &2	Site 1 &3	Site 2 & 3
Cs	0.73	0.81	0.79

❖ *Fréquence centésimale des espèces de papillons de jour dans la zone d'étude*

Tableau 5: Fréquence centésimale des espèces de papillons de jour de la zone d'étude.

Espèces	**Fréquence centésimale**	
	Ni	**Fc (%)**
Acleos migrapex	3	0,20
Acraea acerata	32	2,11
Acraea serena	277	18,24
Anthocharis cardamines	29	1,91
Apatura iris	6	0,39
Aphantoppus hyperantus	38	2,50
Belenois calypso	54	3,55
Brintesia circe	12	0,79
Bumesius oileus oileus	1	0,07
Catopsilla florella	17	1,12
Celastrina argiolus	29	1,91
Certerocephalus palaemon	20	1,32
Clotis aurora	52	3,42
Clotis danae	60	3,95
Coenonympha oedippus	19	1,25
Cupido minimus	73	4,81
Cupido alcetas	48	3,16
Cupido argiades	48	3,16
Cyaniris semiargus	22	1,45
Danaus clissipus	5	0,33
Glaucopsyche alexis	2	0,13
Hypolymnas misippus	7	0,46
Junonia oenone oenone	91	5,99
Junonia sophia	65	4,28

Lampides boeticus	87	5,73
Limenitis camilla	3	0,20
Lipidea sinapsis	3	0,20
Lopinga achine	179	11,78
Maculinea arion	5	0,33
Neptis paeta	1	0,07
Papilio demodecus	12	0,79
Papilio nireus	4	0,26
Papilio sp.	2	0,13
Phoebis sennae marcellina	25	1,65
Pieris rapae	7	0,46
Polygonia c-album	10	0,66
Pyritisia lisa euterpe	151	9,94
Quercusia quercus	4	0,26
Venessula milka	16	1,05
39	**1519**	**100%**

L'examen du Tableau 5, fait ressortir que :

- Dans tous les sites d'échantillonnage les espèces: *Acraea serena* avec 18.24*%, Lopinga achine* 11.78% et *Pyritisia lisa euterpe* 9.94%, sont les plus fréquentes durant toute la période d'échantillonnage. Ils sont suivis par *Junonia oenone oenone 5,99% ; Lampides boeticus5,73% ; Cupido minimus 4,81%.*
- Les autres espèces ont des faibles fréquences.

❖ *Fréquence centésimale des espèces de papillons de jour dans chaque site.*

Tableau 6: Fréquence centésimale des espèces de papillons de jour recensée dans chaque site

Espèces	**Site 1**	**Fc (%)**	**Site 2**	**Fc (%)**	**Site 3**	**Fc (%)**
Acleos migrapex	1	0,15	0	0,00	2	0,35
Acraea acerata	6	0,89	16	5,73	10	1,76
Acraea serena	161	23,92	26	9,32	90	15,87
Anthocharis cardamines	3	0,45	4	1,43	22	3,88
Apatura iris	0	0,00	6	2,15	0	0,00
Aphantoppus hyperantus	14	2,08	24	8,60	0	0,00
Belenois calypso	8	1,19	7	2,51	39	6,88
Brintesia circe	12	1,78	0	0,00	0	0,00
Bumesius oileus oileus	0	0,00	0	0,00	1	0,18
Catopsilla florella	3	0,45	6	2,15	8	1,41
Celastrina argiolus	3	0,45	10	3,58	16	2,82
Certerocephalus palaemon	4	0,59	2	0,72	14	2,47
Clotis aurora	19	2,82	1	0,36	32	5,64
Clotis danae	8	1,19	9	3,23	43	7,58
Coenonympha oedippus	12	1,78	7	2,51	0	0,00
Cupido minimus	45	6,69	14	5,02	14	2,47
Cupido alcetas	20	2,97	8	2,87	20	3,53
Cupido argiades	16	2,38	5	1,79	27	4,76
Cyaniris semiargus	14	2,08	0	0,00	8	1,41
Danaus clissipus	2	0,30	0	0,00	3	0,53
Glaucopsyche alexis	0	0,00	2	0,72	0	0,00
Hypolymnas misippus	5	0,74	1	0,36	1	0,18
Junonia oenone oenone	30	4,46	15	5,38	46	8,11
Junonia sophia	24	3,57	33	11,83	8	1,41
Lampides boeticus	32	4,75	5	1,79	50	8,82
Limenitis camilla	1	0,15	2	0,72	0	0,00
Lipidea sinapsis	3	0,45	0	0,00	0	0,00
Lopinga achine	115	17,09	61	21,86	3	0,53
Maculinea arion	1	0,15	0	0,00	4	0,71
Neptis paeta	1	0,15%	0	0,00	0	0,00
Papilio demodecus	5	0,74	5	1,79	2	0,35

Papilio nireus	2	0,30	1	0,36	1	0,18
Papilio sp.	2	0,30	0	0,00	0	0,00
Phoebis sennae marcellina	21	3,12	1	0,36	3	0,53
Pieris rapae	5	0,74	0	0,00	2	0,35
Polygonia c-album	10	1,49	0	0,00	0	0,00
Pyritisia lisa euterpe	45	6,69	8	2,87	98	17,28
Quercusia quercus	4	0,59	0	0,00	0	0,00
Venessula milka	16	2,38	0	0,00	0	0,00
	673		**279**		**567**	

D'après le Tableau 6, on note que :

- Dans le premier site, *Acraea serena (23 ,92 %)* et *Lopinga achine (*17,09%) sont les plus fréquentes et dominantes dans toute la période d'échantillonnage et sont suivies par *Pyritisia lisa euterpe et Cupido minimus* avec 6,69% chacune *puis Junonia oenone oenone et Junonia sophia* avec respectvement 4.46% et 3,57%.

- Dans le second site: on constate la dominance de : *Lopinga achine (21,86%) suivi par Junonia sophia* avec 11.83%, *Acraea serena* (9,32 %) *puis Aphantoppus hyperantus, Acraea acerata et Cupido minimus* avec respectivement 8,60% ; 5 ,73%, 5,02% et enfin *Clotis danae* avec 3,23%

- Dans le site 3, l'espèce la plus fréquente et dominante est *Pyritisia lisa euterpe (17,28*%) suivie par *Acraea serena (*15.87%) puis *Lampides boeticus, Junonia oenone oenone Clotis danae* et *Belenois calypson* avec respectivement 8.82% ; 8.11% ; 7.58% *; 6,88%* et enfin *Clotis aurora et Cupido argiadès avec 5.64% et 4,76%.*

Dans ce site, on note l'apparition des nouvelles espèces dans le mois de mai: telles que *Clotis danae, Clotis aurora* et durant le dernier mois d'échantillonnage « le mois d'août » comme *Papilio demodecus* avec 1%.

III.1.2. Distribution des familles de papillons de jour selon les sites

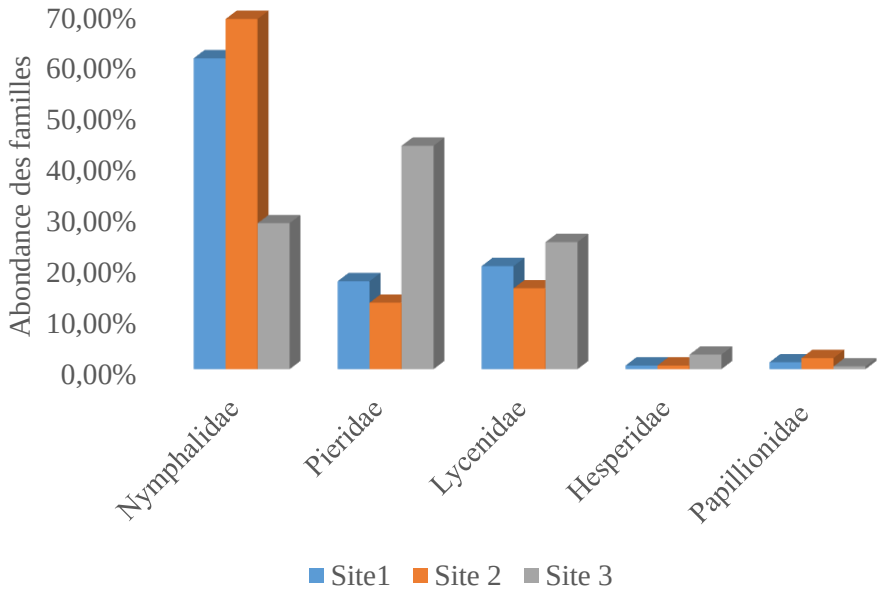


Figure 23: L'abondance des familles de papillons de jour selon les sites visités

D'après cette figure:

- La famille *des* Nymphalidae, est la plus riche dans les deux premiers sites 60,70% ; 68,40 % suivi par la famille des Lycaenidae *20% et 15,70%* puis des Pieridae avec 17,08% et 12,90%.
- La famille des Hesperidae et des Hapillionidae viennent en dernière position avec une présence faible qui varie entre 0,7% chacune sur le Site 1 et1,33% et 2,15% sur le site 2 (annexe 3).
- La famille Nymphalidae est la plus riche suivie par la famille des Pieridae *et* des Lycaenidae *et* enfin la famille des Hesperidae et des Papillionidae sont faiblement représentées.

On remarque une abondance des Pieridae dans le troisième site avec 43,56% suivie par la famille des Nymphalidae et des Lycenidae avec respectivement 28,39% et 24,69%. La famille des Hesperidae et des Papillionidae viennent en dernière position avec une présence faible de 2.82% et 0.53%.

❖ **Distribution des espèces récoltés dans les 3 sites d'échantillonnage**

Sur l'ensemble des espèces récoltées durant les 6 mois d'échantillonnage :

- ✓ Seulement 21 espèces d'entre elles ont été observées dans toutes les sites d'étude, on cite ***;*** *Anthocharis cardamines**,** Clotis danae**,** Catopsilla florella**,** Pyritisia lisa euterpe, Belenois calypso, Lampides boeticus, Cupido minimucus, Cupido alcetas, Cupido argiades, Acraea serena, Acraea acerata, Junonia oenone oenone, Junonia sophia, Lopinga achine, Hypolymnas monterion, Certerocephalus palaemon, Phoebis sennae marcellina, Papilio nireus et Papilio demodecus.*
- ✓ 5 espèces trouvées uniquement dans le C. Mutanga il s'agit de : *Neptis paeta, Brintesia circe, Lipidea sinapsis, Venesuella milka, Quercusia quercus et Papilio sp.*
- ✓ 2 espèces ont été rencontrées dans le second site : *Apatura ilia* et *Glaucopsyle alexis*
- ✓ 5 espèces ont été trouvées uniquement dans les deux premiers sites, il s'agit de :, *Aphantoppus, Phoebis sennae marcellina,, Coenonympha oedippus, Aphantoppus et Polygonia, c-album*
- ✓ 5 espèces : *Danaus clissipus, Cyaniris semiargilus, Maculinea arion , Acleos migrapex et Pieris rapae* ont été rencontrées dans le premier et le dernier site.
- ✓ Seule *Bumesius oileus oileus* a été trouvée uniquement dans la partie non bâtie du Q. Nyabugete 3.

III.1.3. Distribution des papillons de jour par mois et selon les saisons

❖ **Distribution des papillons de jour par mois**

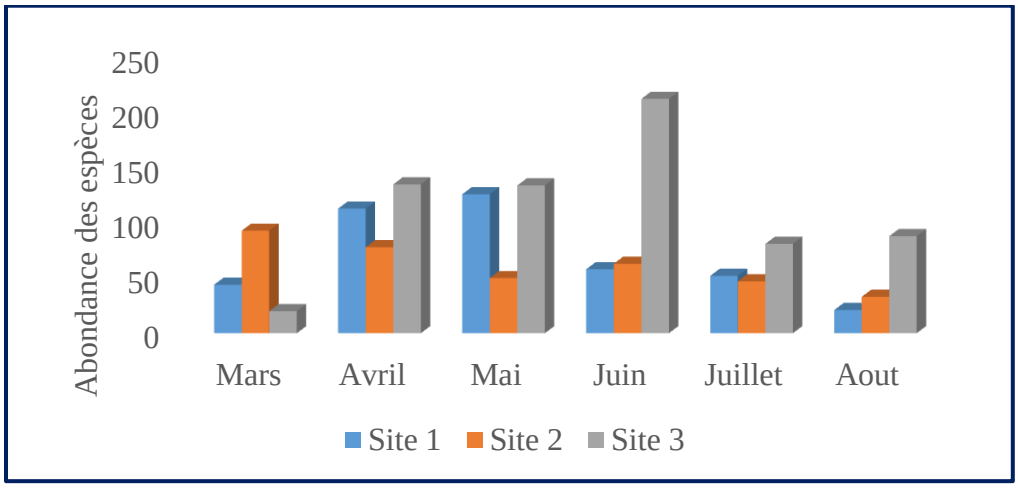


Figure 24: Abondance des papillons de jour selon les mois

Le nombre des papillons fluctue durant les mois. Le plus grand nombre de papillons de jour a été observé durant les mois d'Avril et du Mai (1er site), Mars et Avril (2nd site) et juin (3ème site) alors que le plus petit de papillons de jour nombre a été enregistré durant les mois de juin, juillet et aout (1er et 2nd site) et en mars pour le 3ème site (Figure 24).

❖ **Distribution des papillons de jour selon les saisons**

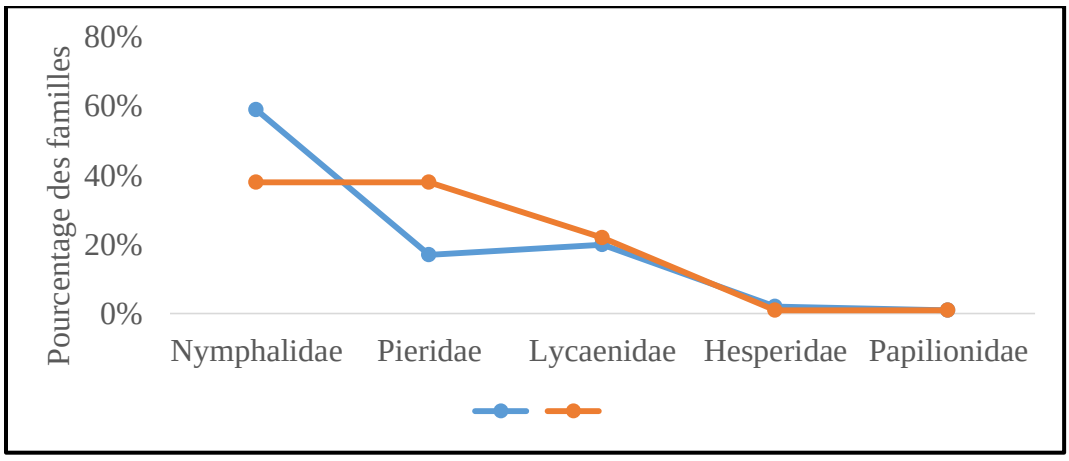


Figure 25: Distribution des familles de papillons de jour récoltés selon les saisons

Cette figure nous montre que pendant la saison des pluies les Nymphalidae collectés représentent 59%. Les Pieridae collectés représentent 17%, les Lycaenidae représentent 20%, Hesperidae représentent 2% et les papillionidae ne représentent que 1% par rapport au nombre total d'individus récoltés pendant la saison de pluie. Pendant la saison sèche Nymphalidae et les Pieridae représentent 38% chacune, les Lycaenidae représentent 22%, les Hesperidae représentent 2% et les papillionidae représentent 1%.

Si on tient compte de tous les individus récoltés, 58% des spécimens ont été récoltés pendant la saison des pluies, tandis que 42% des spécimens ont été récoltés pendant la saison sèche.

III.1.4. Distribution des familles de papillons selon les habitats

Les espèces et le nombre des papillons ne sont pas distribués de la même façon dans les structures paysagères. Ainsi, durant notre travail nous avons pu constater que l'abondance des papillons varie selon les types de végétation ou de l'habitat.

Les résultats obtenus nous montrent que la totalité des **Nymphalidae** (Figure de l'annexe 8.A) ont été récoltés dans la végétation dominée par les Asteraceae (*Bidens pilosa, Ageratum conyzoides)* ; les Fabaceae (*Euphorbia sp, Mimosa diplotricha*) ; les Apiaceae (*Centella* asiatica), les Verbenaceae *(Lantana camara*); ils ont été absents dans les autres types d'habitats visités. Les **Lycaenidae** (Figure de l'annexe 8.D) ont été plus rencontrés dans la végétation à *Stylosanthès guianensis* et *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae).

Les **Papilionidae**(Figure de l'annexe 8.C) ont été majoritairement récoltés dans la végétation constituée par *Leucaena leucocephala* et *Senna occidentalis* et enfin les **Pieridae** (Figure de l'annexe 8.B) ont été pris dans un habitat à *mimosa invisa Euphorbia sp*; (*Hyptis suaveolens, Titonia diversifolia (*Asteraceae) et dans un habitat à *Erythrina cristagalli* L. Les **Hesperidae** (Figure de l'annexe 8.E) ont été récoltés dans la végétation constituée par *Bidens pilosa* (Tableau de l'Annexe**7**).

III.1.5. Distribution des familles de papillons selon les heures de la journée

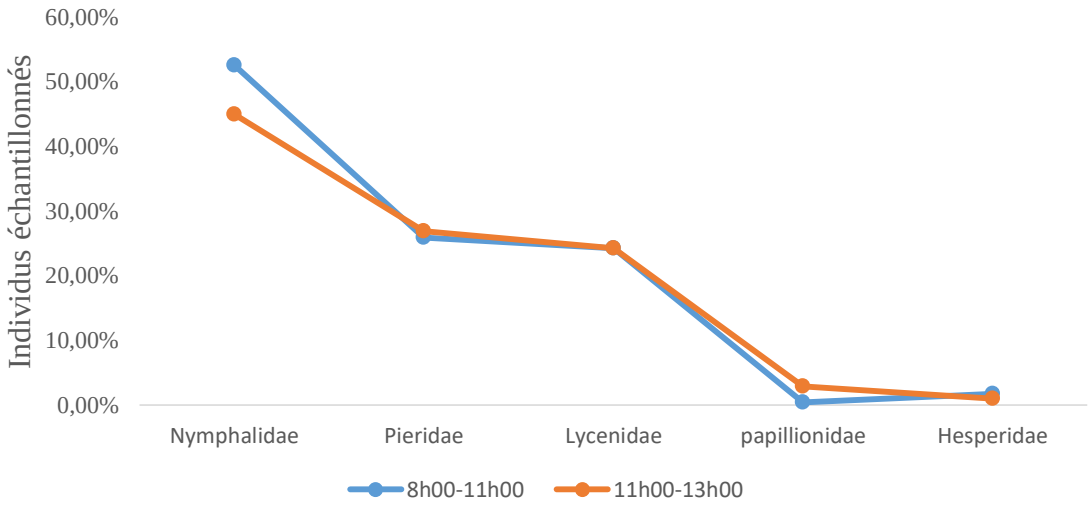


Figure 26 : Distribution des familles de papillons de jour selon les heures de la journée

D'après cette figure, nous remarquons que 52,1% des Nymphalidae ; 25,7% des Pieridae ; 19,3% des Lycaenidae ont été récoltés durant les heures comprises entre 8h00'et 11h00. La totalité des Papilionidae (2,3%) et le plus grand nombre des Lycaenidae et des Pieridae a été récoltée durant les heures comprises entre 11h00'et13h00. Au cours de notre collecte, nous avons constaté que le plus grand nombre des papillons a été récolté pendant les heures comprises entre 8h00'et11h00 soit 68,2% de la totalité des papillons récoltés 31,8% des papillons ont été récoltés pendant les heures comprises entre 11h00'et 13h00''.

III.2. Discussions des résultats

III.2.1. Inventaire et détermination des familles des papillons de jour

Notre premier objectif spécifique était d'inventorier et déterminer les différentes familles et espèces de papillons de jour dans 3 sites de la ville de Bujumbura. Le peuplement de Rhopalocères identifié lors de cette étude a été de39 espèces réparties en cinq familles : la famille des Nymphalidae, la plus riche en espèces (15 espèces), suivie par celle des Lycaenidae avec 10 espèces, puis les Pieridae avec 9 espèces et enfin les Hesperidae et des Papilionidae qui ne sont représentées respectivement que par 2 et 3 espèces. Ces familles sont bien présentes en Afrique, Europe et au Burundi (Ombeline & Mael, 2022 ; Angot, 2016).

La majeure partie de nos spécimens capturés appartient à la famille des Nymphalidae. Selon Larsen et Uwizelimana (2022), Yeboue *et al. (*2022), les Nymphalidae constituent la famille la plus largement distribuée et la plus diversifiée en Afrique, notamment au Rwanda et en Côte d'Ivoire. L'hétérogénéité et la qualité de l'habitat jouent un rôle très important dans la présence et la persistance des populations de Rhopalocères puisque les sites les plus riches en diversité sont ceux avec un paysage hétérogène (Angot, 2016 ; Frahtia, 2005).

En tenant compte des variations spatiales observées pendant les six (6) mois d'échantillonnage, il ressort que la richesse totale la plus importante a été observée dans le site du C. Mutanga et dans la partie non bâtie du Q. Nyabugete 3 avec respectivement 33 et 27 espèces puis le C. Kamenge avec une richesse spécifique de 26. Cette différence peut être due à des conditions biotiques et abiotiques spécifiques, mais les techniques d'échantillonnage peuvent également jouer un certain rôle.

Le résultat du calcul des indices de diversité montre une richesse et une diversité spécifiques très proches entre les trois sites d'étude étant donné qu'ils partagent plusieurs espèces communes et presque le même nombre. Une des raisons de cette situation est que tous les sites de la zone d'étude ont un environnement comparable. Ils se situent dans une même région, ce qui assure un climat similaire aux papillons de jour d'un site à l'autre.

Le Campus Mutanga semble être le plus diversifié avec une valeur de 2,8, ce qui peut être expliqué par le fait que ce milieu est stable avec des conditions de vie favorables pour les papillons de jour. Il est à noter aussi que le recouvrement des herbacées est un facteur de première importance pour les rhopalocères, signalons aussi que la densité importante des arbres et des herbacées dans ce site tend à réduire les maximas des températures, élément très important pour l'accouplement et la ponte des rhopalocères (Bergerot, 2011).

Dans le site du Campus Kamenge, la plupart d'espèces recensées sont faiblement représentées car elles ne trouvent pas des conditions favorables à leur vie, en effet la présence d'une espèce de plante envahissante empêche la régénération d'autres espèces végétales (*Mimosa invisa*). Ce constat a été fait par Selby (2005) et Agon (2019) qui rapportent que les plantes exotiques apparaissent comme des menaces potentielles pour les populations des papillons.

La partie non bâtie du Quartier Nyabugete 3 est située dans une zone urbaine avec une couverture végétale faible, cela peut expliquer pourquoi on y enregistre une abondance relativement faible ou l'absence des espèces suivantes : *Aphantoppus clissipus, Apatura iris, Neptis paeta, Papilio sp., Coenonympha oedippus, Polygonia, Glaucopsyle alexis, Venesuella milka, Brintesia circe, Gonepteryx rhamni, Limenitis camilla, Quercusia quercus et Lipidea sinapsis.* Ce résultat peut s'expliquer par le fait qu'il s'agit d'un site ouvert suite au surpâturage non favorable à la diversité végétale nécessaire aux espèces de papillons.

En effet, Agon (2019) explique que le passage des bœufs dans les périphéries des îlots forestiers presque tous les jours contribue à ce que ces derniers consomment les plantes hôtes ou nectarifères dont vivent les Rhopalocères. En outre, même s'ils n'arrivent pas à tout manger, ils peuvent, sous l'effet de leur poids, piétiner certaines plantes hôtes ou nectarifères. D'autres auteurs ont souligné qu'une mauvaise gestion de l'environnement peut avoir d'impact négatif sur les communautés de Rhopalocères confrontées à la diminution des ressources nectarifères et au broutement des plantes hôtes ou nectarifères par les troupeaux (Dusacq & Montesinos, 2016 ; Dewulf & Houard (2016); Hèdégbètan (2016).

III.2.2. Distribution des familles de papillons selon les mois et les saisons

En tenant compte des mois pendant lesquels nous avons collectés nos échantillons de Rhopalocères, il est à constater que le plus grand nombre d'espèces a été enregistré durant les mois d'avril et de mai, le même résultat a été trouvé par Abdelhai & Braoui (2022). Par contre selon (Rechache, 2014; Boumendjel et Douib, 2018), les mois de mars et avril représentaient la bonne période pour l'apparition des espèces en signalant que le mois de mai ne faisait pas partie de leur période d'échantillonnage.

Selon Abdelhai et Braoui (2022), les insectes commencent à apparaitre dès le début du printemps et leur nombre s'élève en avril. Nous pouvons par conséquent conclure que l'abondance des familles de papillons varie en rapport avec les saisons. Les papillons dépendent de la structure végétale (Luquet, 1976), cette dernière étant influencée par la variation des saisons. La plupart de nos spécimens ont été récoltés pendant la saison des pluies, ces résultats concordent avec ceux obtenus par Uwizelimana (2022) dans ses travaux sur les papillons de jour dans la forêt de Nyungwe au Rwanda.

III.2.3. Distribution des familles de papillons selon les habitats

La richesse spécifique augmente lorsque le recouvrement floral (plantes hôtes ou nectarifères) devient de plus en plus important et diminue lorsque ces plantes hôtes ou nectarifères deviennent rares. Ce constat a été confirmé par Muguet (2016) qui stipule que certains facteurs participent au faible nombre de papillons, notamment les habitats largement dominés par la strate arbustive, la végétation très dense de 0 à 3 mètres et l'absence des herbacées riches en nectar. Villemey & Archaux (2018) ne disent pas le contraire quand ils affirment que les assemblages de papillons sont fortement influencés par la diversité floristique et la ressource en fleurs nectarifères.

Au cours de nos récoltes, nous avons remarqué que les papillons sont plus rencontrés dans la végétation constituée par les Asteraceae (*Bidens pilosa).* L'espèce *Bidens pilosa* a été la plus visitée avec dix espèces de papillons (annexe 7). Il s'agit d'une espèce herbacée annuelle couvrant une grande superficie avec des fleurs de couleur blanche ou jaunâtre incitant certaines butineuses à la visiter (Dumbardon, 2016). Elle possède également une grande quantité du nectar et de pollen qui permettent d'attirer un plus grand nombre de butineuses pour exploiter cette ressource alimentaire intéressante. Douka *et al.,* (2021) ont également signalé que *Bidens pilosa* est parmi les plantes d'Asteraceae fortement nectarifères et pollinifères.

III.2.4. Distribution des familles de papillons selon les heures de la journée

Au cours de notre etude, nous avons constaté que le plus grand nombre des papillons a été récolté entre 8h00'et11h00 soit 68,2% de la totalité des papillons récoltés, 31,8% des papillons ont été récoltés pendant entre 11h00 et 13h00'. Selon Dupont (2014) l'inventaire des papillons est efficace entre 9 h et 16 h. aussi Agon (2019) nous expliquait a noté dans les ilots foresiers que la moyenne des richesses spécifiques des papillons était plus importante dans les heures de la matinée, notamment aux heures les moins chaudes de la journée mais ils ne sont pas très actifs lors des journées très ensoleillés (Angot, 2016).

Hoffman (2000) a également observé que les papillons de jour vivaient dans la cime des arbres et restaient posés durant les heures les plus chaudes de la journée. Les papillons ne se montrent guère et plusieurs espèces s'abritent dès que le soleil disparait (Chinery et Cuisin, 1994).

CONCLUSION ET RECOMMENDATIONS

Notre travail de fin d'études avait comme objectif l'« Inventaire, l'identification et l'étude écologique des papillons de jour de la ville de Bujumbura ». La période d'échantillonnage a couvert les mois de mars à août 2023 à raison de deux sorties par mois dans chaque site et grâce au filet à papillon en optant pour la méthode de transect. Nos résultats ont été les suivantes : 39 espèces capturées, réparties en 5 familles : Nymphalidae, Pieridae, Lycaenidae, Hesperidae et Papilionidae.

La famille des Nymphalidae est la plus riche en espèces dans les deux premiers sites, le Campus Mutanga avec 14 espèces et le Campus Kamenge avec 10 espèces ; la famille des Pieridae est la plus riche dans la partie non bâtie du quartier Nyabugete 3. D'après l'analyse de la richesse totale, il semble que les mois d'avril et mai représentent la bonne période pour l'apparition des espèces. Le site le plus diversifié semble être celui du C. Mutanga avec une valeur de H'=2.8, suivi par celui du C. Kamenge et celui du Quartier Nyabugete 3 avec respectivement 2.7. Les trois sites sont équilibrés avec des valeurs semblables respectives à 0,78 et 0,82 tendant vers 1.

De ce fait, les effectifs des différentes espèces de papillons présentes ont une tendance à être en équilibre. La richesse spécifique varie en fonction des saisons, de l'habitat et des heures de la journée. L'inventaire et l'identification des papillons de jour de ces trois sites n'est qu'une modeste contribution aux connaissances de cette catégorie d'insectes, il faudrait faire la même étude dans d'autres sites notamment dans les aires protégées pour avoir une idée sur la diversité des Lépidoptères et en particulier des Rhopalocères au Burundi.

Nos hypothèses ont été vérifiées car les résultats montrent que la mairie de Bujumbura abrite un grand nombre de papillons. Les résultats ont également montré que les papillons de la ville de Bujumbura sont plus abondants pendant la saison des pluies (58%) que pendant la saison sèche (42%). Il faut noter aussi que la richesse spécifique augmente lorsque le recouvrement floral (plantes hôtes ou nectarifères) devient de plus en plus important et diminue lorsque ces plantes hôtes ou nectarifères deviennent rares. Les papillons de jour sont plus visibles dans la matinée entre 8h00'et11h00 car la grande majorité des papillons (68,2%) a été récoltée pendant ces heures de la journée.

Dans tous les cas, l'importance de la présence de papillons dans la nature en tant que pollinisateurs et leur rôle dans l'équilibre environnemental nous interpellent pour que nous puissions prendre les mesures qui s'imposent pour leur protection. A cet effet, nous voudrions faire les recommandations suivantes :

Au Gouvernement du Burundi:

- ✓ Augmenter les moyens dans le domaine de la recherche scientifique afin de valoriser les papillons de jour qui ont une importance en tant que pollinisateurs;
- ✓ Créer des espaces verts dans la ville de Bujumbura ;
- ✓ Sensibiliser la population burundaise sur l'importance des Rhopalocères dans l'équilibre des écosystèmes.
- ✓ Former des entomologistes capables de dresser une liste des Rhopalocères du Burundi;
- ✓ Développer une stratégie de conservation des taxons en danger de disparition

A la Faculté des Sciences (Département de Biologie):

- ✓ Etendre ce genre de recherche dans d'autres régions du Burundi afin de découvrir d'autres espèces de rhopalocères ;
- ✓ Soutenir et encourager la recherche scientifique visant l'inventaire et la surveillance de la biodiversité des papillons dans toutes les régions du Burundi.

Et pour les futurs chercheurs, il serait intéressant de :

- ✓ Poursuivre cette étude sur une longue période pour évaluer l'impact de l'urbanisation sur la phénologie des papillons de jour;
- ✓ Mener des études dans d'autres localités urbaines de la ville de Bujumbura pour comparer leurs résultats avec ceux du présent travail.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abdelhai A. & Braoui R., 2022. Apport à la connaissance écologique de l'ordre des Lépidoptères dans la région d'El-Hammamet mémoire Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en Science de la Nature et de la vie. Université de Larbi Tébessi- Tébessa.

Albouy V., 2001. Les papillons par la couleur. Ed. Minerva SA, Genève (Suisse),197p.

Albouy V., 2011. Traces de papillons. Insectes. 3(163) :3-7.

Agon V. J., 2019. Inventaire et menaces à la conservation des Rhopalocères (Papillons de jour) de la Vallée du Sitatunga au niveau des îlots forestiers d'Ahomey-Lokpo dans la Commune de Sô-Ava au Bénin. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Licence Professionnelle en Aménagement et Gestion des Aires Protégées. Université de Parakou.

Angot D., 2016. Présentation et répartition des papillons (Lépidoptères Rhopalocères), Atlas de la Biodiversité Chalonnaise. Ville de Chalonnes sur Loire – 84p.

Arioua, M., & Cherhabil, K., 2020. Inventaire des Papillons de jour (Rhopalocères) dans quelques agrosystèmes dans la région d'El Hodna (M'sila). Mémoire de Master. Université Mohamed Boudiaf M'sila.134p

Baker N., 2002. Sur la piste des insectes, p : 70-77

Bechir A.B. & Mopaté L. Y., 2015. Analyse de la végétation pâturée autour des ouvrages hydrauliques dans le Département du Batha Est au Tchad 9(3): 1557-1570.

Belkhelfa, S., & Guedmime, S., 2022. Inventaire des papillons de jour «Rhopalocère» dans la région de Bouzeguene [PhD Thesis]. Université Mouloud Mammeri.

Bergerot B., 2011- Sur la piste des papillons (papillons d'ici et d'ailleurs, sachez les reconnaitre). Guide de terrain pour comprendre la nature. Ed. Dunod, France, 191p.

Bergerot, B. (2012) : Musée National d'Histoire Naturelle. Paris, p: 13.

Beverley, C. & Ponsonby, D., 2006. Les insectes. Editions marabout, P: 288.

Bommel, P. A., Cario, V., & Delpy, A., 2018. Identifier, évaluer et valoriser les alternatives en agroécologie.

Boumendjel, A. ; Douib, A., 2018. Evaluation de la diversité des Diptères dans un milieu à faciès d'Atriplex dans la région de Tébessa. Mémoire de Master. Université deTébessa

Boneil, F., 2005. Diversité et structure des communautés de lépidoptères nocturnes en chênaie de plaine dans un contexte de conversion vers la futaie régulière. Thèse de doctorat. Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. 231p

Borges, A.& Mothiron, P., 2011. Lépidoptères des forets. Insectes. France, p : 162

Boudraz M. *et al*., 2013. Les papillons de jour des prairies et pâturages secs de Lavaux. 6: 63-75

Carrière M., 2013 - Les papillons par la photo. Livre électronique (pdf). Éditions Les-Snats (Taillebourg, 17), collection Pense-bêtes : 120 p.

Chinery m. & Cuisin M., 1994. Les papillons d'Europe (rhopalocères hétérocères diurnes). Edition delachaux et niestlés Paris. 320p

Dajoz, R., 1971. Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434p.

Dewulf L., Houard X., 2016- Liste rouge régionale des rhopalocères et zygènes d'Îlede-France. Natureparif-Office pour les insectes et leur environnement- Association des lépidoptéristes de France. Paris. 88p. Paris, 92p.

Douka C., Ningatoloum C., Dounia & Faïbawa E., 2021. Contribution à l'étude de l'exploitation des fleurs de trois Asteraceae par Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae) dans la Région de l'Adamaoua (Cameroun). Journal of Animal et Plant Sciences, 50 (3) : 9108-9123.

Dozieres A., Valarcher J. et Clement Z., 2017 – Papillons des jardins, des prairies et des champs Guide de terrain pour les Observatoires de sciences participatives. Ed. Noé, Muséum national d'histoire naturelle, Paris et vigie-nature, 71p.

Dumbardon E. M., 2016. Des mauvaises herbes pour les abeilles. Projet « Agriculture, Apiculture et Environnement », Info Point Fédé, 33 : 2p.

Dupont, P., 2014. Le Chronoventaire : Un protocole d'acquisition de données pour l'étude des communautés de Rhopalocères et Zygènes. Version 1. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. Rapport SPN 2014 - 22. 47p.

Dusacq, M. & Montesinos B., 2014. Inventaire des Rhopalocères et Zygènes : enjeux de conservation pour le site Natura 2000 Mont Ventoux, SMAEMV, 51p.

Frahtia K., 2002. Effet de la remontée biologique post-incendie dans les subéraies d'El- Kala sur le peuplement de Rhopalocères. Mémoire d'Ingéniorat. Université d'Annaba. 42p

Frahtia K., 2005. Contribution à l'étude des lépidoptères dans la région d'El-Kala. Diversité, déterminisme de la répartition et dynamique post-incendie des peuplements de Rhopalocéres. Mémoire de Magistère. Université d'Annaba. 89p

Genzales A., 2019. La reproduction des papillons. Ed. Planète animal. 3p

Hèdégbètan, G. C., 2016. Phytodiversité et conservation de la biodiversité des îlots forestiers d'AhomeyLokpo, Commune de Sô-Ava (Bénin). 99p

Jantzen B & Eisner T., 2008. Hindwings are unnecessary for flight but essential for execution ofnormal evasive flight in Lepidoptera. Proceedings of the National Academy of Sciences. 105 (43):16636-16640

Jaulin S. & Baillet., 2007. Identification et suivi des peuplements des Rhopalocères et d'Orthoptères sur l'ENS du coq-pravouta. Rapport d'étude de l'OPIE. Edition Perpignan. 107p.

Kaiser-Arnauld J., 2013. Rôle du gène foraging dans l'évolution du comportement alimentaire de noctuelles foreuses de céréales. Thèse Doctorat, Université Pierre et Marie Curie, 245p.

Lamri, Y. et Bouraba, F., 2020. Inventaire des papillons du jour (Ropalocères-Lépidoptères) des milieux agricoles dans la région de Blida. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master II. Faculté des sciences de la nature et de la vie

Leconte R., Baudraz M., 2013. Clé de détermination des Lycénidés de Champagne d'Ardenne, 15 p.

Leraut, P., 2003. Contribution à l'étude des lépidoptères de la Brie occidentale. Alexanor, 22 (1-4), 2001 [2003] : 3-240, 9 photographie par couleur.

Lohmann, & Breeders., 2022. Le préchauffage des œufs avant l'incubation est une pratique courante dans la plupart des couvoirs à travers le monde.

Luc M., 2010. Guide des papillons de jour des milieux agricoles et prairiaux

Luquet G.C.,1976. La vie secrète des insectes,383p.

Mollier-Pierret M., 2012. Le monde des papillons. Edition Maison Des parcs et de la montagne.

Mothiron, P., 2010. Inventaire des communautés des Lépidoptères de l'Île de France. Alexanor; Journal of Biomedical simantics (3):171–181.

Muguet, M., 2016. Inventaire des Rhopalocères de la Vallée du Sitatunga, Bénin. 1- 35p.

Murlis J., Willis M.A and Carde R.T., 2000. Spatial and temporal structures of pheromone plumes in Fields and forests. Physiological Entomology, vol. (25), n° (3). 211 - 222p

Nduwimana A. *et al.*, 2021. Phytosociological analysis of the vegetation of the Vyanda natural forest reserve in southwestern Burundi. 15(4): 1325-1337.

DOI: https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v15i4.3

Nzigidahera B., 2012, description du Burundi : Aspects physiques. Bujumbura, Mars 2012.

Ombelline S.t et Mael D., 2022. Petit guide illustré des papillons diurnes de la Guadeloupe et de ses dépendances

Pollard E., 1977. A method for assessing change in the abundance of butterflies. BiolConserv, 12 : 115–132

Ramade F., 1984. Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale. Ed. McGraw-Hill, Paris, 379p.

Rechache, S., 2016. Contribution à l'étude écologique de l'ordre des Lépidoptères dans la région d'El Hammamet – Tébessa-. Mémoire de master en biodiversité et préservation des écosystèmes. Université de Tébessa.

Saidi A., 2013. Contribution à l'étude de la relation fleurs-papillons de jours au Parc Références bibliographiques 42 National de Gouraya (Bejaia) : Mémoire de Magister. Université Abderrahmane mira de Bejaia. 68p.

Saarinen K. VA, Jantunen J. et Saarnio S., 2005. Butterflies and diurnal Moths along road verges: Does road type affect diversity and abundance, Elsevier, 123, n° 3(Biological Conservation), 403-412.

Sezonlin M., 2006. Phytogéographie et génétique des populations du foreur de tiges de céréales busseola fusca (fuller) (lepidoptera, noctuidae) en Afrique subsaharienne, implications pour la lutte biologique contre cet insecte. Thèse de doctorat de l'Université de paris xi - orsay. Spécialité: Génétique des Populations & Phylogéographie.

Schmelltz, B., 2017. Les dangers qui menacent les papillons. Les métamorphoses du papillon. Edition Futura planète, 22p.

Selby, G. 2005. Status assessment and conservation guidelines: Poweshiek Skipperling (Oarisma poweshiek (Parker) (Lepidoptera: Hesperiidae). Prepared for Twin Cities Field Office, U.S. Fish and Wildlife Service, Bloomington, MN. 53p.

Tchibozo, S., De Jong, R., Bergsma, G., Boersma, J., Barten, F., Sinnema, S. & Bloemen, J. 2018. Seven new records of butterfly taxa (Lepidoptera: Papilionoidea) from Benin. Metamorphosis. Lepidopterists' society of Africa 29: 49–50

Thompson M., 2006. Butterflies. Encyclopidia. The field Museum "Butterfly Basics: Butterflies vs. Moths".

Uwizelimana, J. d. D., 2022. The butterflies of Nyungwe National Park, Rwanda (Lepidoptera: Rhopalocera, Papilionoidea). Entomologische Zeitschrift 132 (2):67–79.

Villemey A., & Archaux, F., 2018. Quel est le rôle de la connectivité des habitats sur les papillons en contexte agricole ?. Sciences Eaux and Territoires.Trame verte et bleue:la continuité electrique en marche dans les territoires 25(14) : 72-77

Warnau, G., 2004. L'atlas des animaux. Edition Scholastic Markham Ontario. 301p

Yeboue L. N. et al., 2022. Inventory of butterflies (Insecta: Lepidoptera) pests of cucumber. International journal of biological and chemical sciences, 16(4): 1522- 1535

dspace.univ-msila.dz. (Consulté, le 22/02/2024)

https://lepido.ch › (Consulté, le 30/08/2023).

ANNEXES

Annexe 1. Nombre d'espèces identifiées par site et leurs effectifs correspondants

sites	Site 1	Site 2	Site 3	Total
S (Richesse)	33	26	28	39
Nombre global	673	279	567	1519

Annexe 2. Individus échantillonnés par famille dans tous les trois sites

Famille	**Nombre d'individus**
Pieridae	398
Lycenidae	319
Nymphalidae	761
Papilionidae	18
Hesperidae	23

Annexe 3. L'abondance des familles de papillons selon les sites visités

FAMILLES	C. Mutanga	C. Kamenge	Q. Nyabugete 3
Nymphalidae	60,7%	70,05%	29,55%
Piéridae	7,23%	15,66%	41,49%
Lycenidae	5,78%	12,09%	25,67%
Hesperidae	0,48%	0,55%	2,69%
Papillionidae	0,48%	1,65%	0,6%

Annexe 4 : Distribution des familles de papillons de jours selon les saisons

Familles	saison pluvieuse	saison sèche
Nymphalidae	510	300
Pieridae	192	173
Lycenidae	100	139
Hesperidae	5	17
Papillionidae	5	8

Annexe 5: Distribution des familles de papillons selon les heures de la journée

	Heures			
Familles	**8h00-11h00**	**%**	**11h00-13h00**	**%**
Nymphalidae	544	0,53%	217	0,45%
Pieridae	268	0,26%	130	0,27%
Lycenidae	202	0,19%	117	0,24%
papillionidae	4	0,00%	14	0,03%
Hesperidae	18	0,02%	5	0,01%
	1036		483	

Annexe 6: Les familles de papillons récoltés selon les Sites

Familles	**C. Mutanga**	**C. Kamenge**	**Q. Nyabugete 3**
Nymphalidae	60,70%	68,40%	28,39%
Pieridae	17,08%	12,90%	43,56%
Lycenidae	20%	15,70%	24,69%
Hesperidae	0,70%	0,71%	2,82%
Papillionidae	1,33%	2,15%	0,53%

Annexe 7: Distribution des familles de papillons selon les types de végétation

Familles	**Espèces de plantes visitées par les papillons**	**Nombre d'espèces de papillons**
Nymphalidae	*Ageratum conyzoides*	7
	Bidens pilosa	6
	Euphorbia sp	6
	Lantana camara	4
	Titonia diversifolia	1
Pieridae	*Ageratum conyzoides*	1
	Bidens pilosa	2
	Erythrina cristagalli L	3
	Euphorbia sp	1
	Titonia diversifolia	2
Lycenidae	*Hyptis suaveolens et Stylosanthès guianensis*	3
Papillionidae	*Leucaena leucocephala et Senna occidentalis*	2
Hesperidae	*Bidens pilosa*	2

Annexe 8. Illustration des photos de quelques espèces de papillons récoltées

A. Nymphalidae



1



2

Danaus clisippus ***Hypolimnas misippus***



3



4

Acreae serena *Acreae acerata*

B. Pieridae



1



2

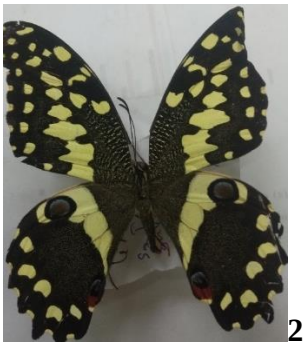


3

Pyrisitia lisa euterpe *Gonepteryx rhamni* *Belenois calypson*

C. Papilionidae


1


2

Papilio nireus ***Papilio demodecus***

D. Lycenidae


1

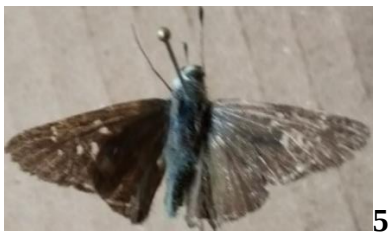

2


3

Cupido argiades *Lampides boeticus* *Cupido alcetas*

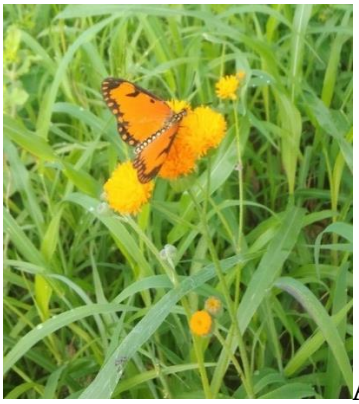
E. Hesperidae


4


5

Acleos migrapex *Certerocephalus palaemon*

Annexe 9. Quelques espèces de plantes potentiellement hôtes dans la zone d'étude



A *Euphorbia sp*



B *Eclipta prostrata*



C *Senna obtusifolia*



D *Titonia diversifolia*



E *Senna occidental*



F *Ageratum conyzoides*

Annexe 10. Effectifs des espèces de Rhopalocères recensées dans chaque sortie pendants 6 moins dans 3 sites échantillonnés.

				NYMPHALIDAE												PIERIDAE							LYCENIDAE							Papilionidae	Hesperidae
SITES	MOIS	TRANSECTS	sorties	*Acraea acerata*	*Acraea serena*	*Lopinga achine*	*Apatura ilea*	*Junonia sophia*	*Junonia oenone oenone*	*Hypolymnas monterion*	*Aphantoppus*	*Coenonympha oedippus*	*Sennae absuf*	*Clotis aurora*	*Cotis danae*	*Pyrisitia lisa euterpe*	*Catopsilla florella*	*Pieris rapae*	*Belenois calypso*	*Phoebis marcellina*	*Anthocharis cardamines*	*Cupido minimicus*	*Celastrina*	*Cupido alcatas*	*Cupido argiades*	*Celastrina argi*	*Lampides boeticus*	*Glaucopsyle alexis*	*Papipilio demodecus*	*Certerocephalus*		
Campus Kamenge	Mars	1	A	-	1	4	-	-	-	-	2					3	-			-		4		4	-						
			B	-	2	-	5	3	3	-	2			-		2	1			1				1	1						
		2	A	-	-	3	-	2	-	-	2			-		-						6	2	-	-						
			B	1	-	1	-	4	-	-	5			-		1									1						
		3	A	-	3	1		-			-	2		-					-			-		-	-						
			B		1	4		3			1	2		-					1					1	3						
	Avril	1	A	-	2	6	-	2	4		1	-		-		3	1				-					-			-		
			B	-		-	1	-			-	-		-		-	5				1					2			1		
		2	A	1	1	11	-	4	3		-	-		-		-	1	-			-					-			-		
			B	3	-	2	-	-			4	-		-		3	2	1			-					-			-		
		3	A	-	3	1						2		-		-	-				-					-			-		
			B	-	1	4						1		-		2	-				-					-			-		
	Mai	1	A	-	1	1		-	-		-			-		5													2		
			B	-	1	1		-	1		2			-		1															

		2	**A**		**1**	**2**		**1**			**2**			**1**	**-**	**-**			**-**																
			B		**2**	**1**		**-**	**-**	**-**	**2**			**-**	**-**	**-**			**-**																
		3	**A**	**1**	**4**	**-**		**-**	**1**	**1**				**-**	**-**	**-**			**1**																
			B	**4**	**7**	**2**		**-**						**-**	**1**	**-**			**1**																
	juin	**1**	**A**	**-**	**-**	**1**									**-**				**-**											**-**				
			B	**2**	**-**	**1**									**-**				**-**											**-**				
		2	**A**	**3**	**2**	**1**		**3**							**-**				**-**				**6**						**3**				
			B	**2**	**-**	**1**		**1**							**-**				**-**				**2**						**1**				
		3	**A**	**4**	**8**	**4**							**2**		**1**				**2**										**1**				
			B	**3**	**6**	**1**							**-**		**3**				**1**										**-**				
	juillet	**1**	**A**	**1**	**1**	**-**	**-**	**1**	**-**		**-**							**-**	**-**		**-**							**-**					
			B	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**		**-**							**-**	**-**		**-**							**-**					
		2	**A**	**5**	**-**	**2**	**-**	**1**	**-**		**1**							**1**	**-**		**2**							**1**				**1**	
			B	**3**	**-**	**1**	**-**	**5**	**-**		**-**							**-**	**-**		**-**							**-**				**-**	
		3	**A**	**2**	**2**	**-**	**-**	**-**	**-**		**-**				**-**			**-**	**-**		**-**						**3**	**1**			**-**	
			B	**2**	**4**	**-**	**-**	**-**	**3**		**-**				**4**			**-**	**1**		**1**						**-**	**-**			**1**	
	Aout	**1**	**A**	**-**	**1**	**1**		**2**							**-**	**1**						**-**		**-**					**1**		**-**	
			B	**-**	**2**	**1**									**-**	**-**						**-**		**-**					**-**		**-**	
		2	**A**	**2**	**1**	**3**		**1**							**-**	**2**						**1**		**1**	**-**				**1**		**-**	
			B	**1**	**-**	**-**									**-**	**-**						**-**		**-**					**-**		**-**	
		3	**A**	**-**	**5**	**-**									**1**	**1**						**-**		**1**					**-**		**-**	
			B	**1**	**1**	**1**									**-**	**-**						**-**		**-**					**-**			

SITES	MOIS	TRANSECTS		NYMPHALIDAE														PIERIDAE									LYCENIDAE						PAPILIONIDAE		HESPERIDAE		Hesperidae
			sorties	*Acraea acerata*	*Acraea serena*	*Lopinga achine*	*Apatura ilea*	*Junonia sophia*	*oenone*	*Hypolymnas monterion*	*Aphantoppus*	*oedippus*	*Brintesia circe*	*Danaus clisippus*	*Polygonia,,,,*	*Neptis paeta*	*Sennae absuf*	*Vanessada hirta*	*Pieris rapae*	*Belenois calypso*	*Phoebis marcellina*	*Clotis danae*	*cardamines*	*Gonepteryx rhamni*	*Lipidea sinapsis*	*Catopsilla florella*	*Pyrisitia lisa Euterpe*	*Cupido alcatas*	*Orniphalidotos*	*Cupido minimicus*	*Lampides boeticus*	*Masculinea arion*	*Glaucopsyle alexis*	*Papipilio demodecus*	*Papilio nireus*	*Certerocephalus*	*Acleos migrapex*	
Campus mutanga	Mars	1	A	1	3	3	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2					-														
			B	0	5	1	-	-	-	0	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-		1			
		2	A	-	4	6	-	-	-	1	2	-	-	-	-		2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			B	1	2	8	-	-	-	-	-				1																							
		3	A	-	4	3	-	-	-	-	-							1									1		2					-			
			B	-	14	1	-	-	-	1	5																	2		3					-			
	Avril	1	A	-	5	8	3	2	1	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			B	-	7	2	3	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-			
		2	A	1	3	5	-	2	6	-	2	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			B	0	10	2	-	-	2	1	-	-	3	-	5	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
		3	A	-	14	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

			B	0	10	-	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-					
		1	A	1	2	7	5	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	3	-	-	-	-	-	-					
			B	-	4	9	1	1	1	-	-	1	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	1	-					
		2	A	-	2	12	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
			B	1	3	6	1	1	-	-	-	2	-	1	-	-	-	1	-		-	-	-	-		-	1	-	1	-	-	-	-	-	-					
		3	A	-	13	5	1	-	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	Mai		B		15	4	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	3 -	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-					
		1	A	-		2	2	1	-		-																	-	-											
-			B	-	-	1		-			-																	-	-											
-		2	A	-	5	1	1	1	-		-	1																-												
			B	-	4	-	-	-	-		0																	-	-											
		3	A		5	6	2	-	1		-											1					2	3	2											
	juin		B	-	3	5	-	-	-		-	0																1	1											
		1	A	-	-	2	-	-	3	-	-		-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-			
			B	-	1	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- -	-	-	-	1	-	-	-	1		-		6	
	juillet	2	A	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		4	

																	-		-																				
			B		2						-																										-	2	
		3	A	1	9	5	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
			B	-	4	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- 1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Aout	1	A	-	3	-			1		-						1										1										-		
			B			1					-																										-	1	
		2	A	-	-	-	-		-	-	-	-	-		-		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-		
			B		3	4					-	6																									-	1 3	
		3	A	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-		-	-	-	-	-		-		
			B	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	1	-	-	-	7	**5**	**3**	**-**	**1**	**-**	**1**	-	-	-	1	2 6	

		Mars			**Avril**			**Mai**			**Juin**			**Juillet**			**Août**		
Famille	**Espèces**	**T1**	**T2**	**T3**	**T1**	**T2**	**T3**	**T1**	**T2**	**T3**	**T1**	**T2**	**T3**	**T1**	**T2**	**T3**	**T1**	**T2**	**T3**
Nymphalidae	*Acraea acerata*	1	-	-	1	1	2	1	1	1	3	4	1	1	-	-	1	-	-
	Acraea serena	1	-	-	9	24	8	6	7	4	12	5	8	4	7	-	7	1	-
	Danaus clisippus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	1	-	5
	Acleos nigrapex																		
	Hypolimnas monteironis	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Junonia oenone oenone	-	-	-	4	3	3	6	4	4	5	9	3	1	4	-	2	6	3
	Junonia sophia	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3	2	-	2	-	-	-	-	-
	Lopinga achine	-	-	1	-	1	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lycenidae	*Bumesius oileus oileus*	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Celastrina argiolus	1	-	-	2	1	-	-	-	-	1	-	6	-	-	-	5	-	-
	Cupido alcetas	-	-	-	3	-	1	1	2	-	5	7	1	-	-	-	-	-	-
	Cyaniris semiargilus	-	-	-	2	1	-	-	-	-	3	-	2	-	-	-	-	-	-
	Lampides boeticus	1	-	-	3	5	4	5	3	6	9	12	-	2	-	-	-	2	2
	Masculinea arion	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-
	Cupido minimucus	-	-		1	3	-	2	-	-	4	12	3	8	-	-	6	-	-
	Cupido argiades	-	-	-	-	-	-	2	-	1	2	-	11	6	-	-	5	-	-
Pieridae	*Pieris rapae*	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-		-	-	-		-
	Anthocharis cardamines	-	-	-	-	1	-	7	4	4	-	5	-	1	-	-	-		-
	Phoebis sennae marcellina	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	1
	Catopsilla florella	-		-	-	1	-	-	3	1	2	-	1	-	-	-	-	-	-
	Clotis aurora	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	5	4	7	1	8	3	2
	Clotis danae	-		-	-	-	-	-	2	-	15	5	3	10	-	3	3	1	1
	Pyritisia lisa euterpe	5	5	2	21	15	11	22	7	9	14	2	9	1	1	-	-	1	2
	Belenois calypso	-	-	-	-	-	1	3		3	5	1	3	10	1	1	6	1	1
Papilonidae	*Papilio demodecus*	-		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
Hesperidae	*Certerocephalus*	-		-	-	-	-	-		-	-	-	-	2	1	3	5	-	3