UNIVERSITE DE KISANGANI

Département d'Ecologie et Gestion des Ressources Animales (EGRA)

BP 2012 Kisangani
Faculté des sciences

COMPOSITION ET STRUCTURE COMPAREES DES PEUPLEMENTS D'AMPHIBIENS (ANOURA) LE LONG D'UN GRADIENT DE DEGRADATION FORESTIERE :

Cas de la Reserve Forestière de Yoko (Tshopo, RDC)

Par

Alain MUKIRANYA SIVAKOWA

Travail de Fin d'Etudes

Présenté en vue de l'obtention du grade de Licencié en Sciences

Option : Biologie

Orientation : Zoologie

Directeur : **Pr. Dr. Jean Claude MUKINZI ITOKA**

Encadreur : **Ass. André LOFANGA BOLUKAOTO**

Année académique 2020 -2021

DEDICACE

A vous regretté père Joachim KATAKA que le destin arracha tôt ; paisible soit votre repos éternellement !

REMERCIEMENTS

Au bout de cette œuvre qui voit le jour, nous sommes heureux d'adresser nos vifs remerciements à notre équipe d'encadrement composé du Prof. Dr. Jean-Claude Mukinzi Itoka et de l'Assistant André Lofanga, respectivement Directeur et Encadreur de ce travail, qui ont pris de leur temps pour nous conduire vers un atterrissage fructueux. Merci de l'amour, la disponibilité, la patience, la compréhension et la confiance placés en nous ainsi que de l'éveil du sens de responsabilité, d'assiduité et d'indulgence au-delà de la rigueur au travail que nous avons apprise auprès de vous.

Un grand merci à Loving Musubaho Kako-Wanzalire, Doctorant à l'Université de Liège/Gembloux Agro-Bio Tech pour ses encouragements, son soutien et son positivisme. Ce fut un réel plaisir de travailler avec lui durant cette initiation à un autre domaine de connaissances, toutes nos discussions scientifiques ont été un réel cadeau. A travers lui, nous disons merci au Prof. Dr. Léon Iyongo Waya Mongo pour ses démarches dont nous avons été parmi les premiers bénéficiaires.

Nous adressons nos sentiments de gratitude aux Professeurs Docteurs Gembu Tungaluna Guy-Crispin, Juakaly Mbumba Jean-Louis et Amundala Drazo Nicaise pour avoir pris du temps afin de suivre de près nos séminaires sur l'avancement de notre recherche.

Merci à tous les collègues qui nous ont consacré de leur temps et enthousiasmes, dont la présence à nos côtés s'est avérée une véritable source d'émulation. Nous pensons à nos compagnons : Jean, Arlin, Madeleine, Junior, Charles Glody, Vincent, Ursule, Léonie, Monica, Fabien et Viny.

Une reconnaissance particulière a Marbre Muyisa, Mapenzi Saiba, Joseph Mande et Julien Balandi pour la formation offerte et le soutien en matière de SIG et la statistique.

Nous disons également merci à tous les ainés scientifiques avec qui nous avons passé de bons moments d'échanges constructifs, notamment le Docteur John Katembo, les Doctorants Delphin Muvatsi, Trésor Muliwambene, Thierry Kahindo, Gabriel Badjedjea, Jonas Nyumu, Chadrack Kafuti, Dady Kipute, Nestor Luambua et Casimir Nebesse, sans oublier les assistants Toms Kavali et Noella Bofate, envers qui nous resterons toujours reconnaissant pour tout ce qu'ils ont été pour notre formation.

Un sentiment de reconnaissance à monsieur Godefroid pour l'accueil à la RF de Yoko, l'enthousiasme et l'implication afin de faciliter les travaux de terrain. A nos techniciens de terrain Tembele « Obanga-Ngunda », Pierrot, Dario et Kabokose, Rauto pour leur aide, soutien et travail assidus plus que précieux dans les conditions difficiles sur le terrain.

Un sentiment d'attachement à ma famille pour les encouragements, le soutien de tout genre : à nos chers parents François Biloko et Jeanne Mbili de nous avoir montré le chemin de l'instruction dont nous ferons preuve toute notre vie durant.

Nous disons également merci aux familles Prof Jean pierre Mate et Michel Mbayahi pour ce qu'ils ont été pour nous durant toute notre formation à l'Universite.

Gratitude à notre fratrie : Tina Vakatsuraki, Olga Kataka, Christelle Kavira, Valerie Biloko, Passy Lwanzo, Silvie Malekani, Moise Tasi, Obed Mutengi, Vicky Biloko, Nadine Syaghava, Fabiola Masika et Messager Kitsuku, pour leur amour inconditionnel.

Nos pensées heureuses s'adressent à Passy Mate, Achille Monzongo, Laurent Fuka et Jacqueline Maindo pour leurs conseils et orientations durant notre longue pérégrination à l'Universite. Une reconnaissance singulière à Patricia Kabele pour sa présence, sa compagnie et son soutien indescriptibles durant ce dernier cycle.

Nous n'oublions pas tous ceux qui ont été là, qui nous ont écouté, soutenu, motivé, encouragé et avec qui nous gardons de bons et inoubliables souvenirs. La liste étant longue, nous leur demandons de trouver à travers ces mots l'expression de notre profonde reconnaissance !

Que Dieu vous bénisse !

Alain MUKIRANYA SIVAKOWA BILOKO

Table des matières

DEDICACE i
REMERCIEMENTS ii
Liste des tableaux vi
Liste des figures vii
Abréviations et acronymes viii
RESUME ix
ABSTRACT x
INTRODUCTION 1
1. Généralités 1
2. Contexte et justification 3
3. Travaux antérieurs 4
4. Problématique 6
a. Questions de recherche 7
b. Hypothèses 7
c. Objectifs 8
d. Intérêt du travail 8
Premier Chapitre : MILIEU D'ETUDE 9
1.1. Situation géographique 9
1.2. Situation climatique 9
1.3. Hydrographie 10
1.4. Sol 10
1.5. Végétation 10
1.6. Faune 11
Deuxième Chapitre : MATERIEL ET METHODES 12
2.1. Matériel d'étude 12
2.2. Méthodes 12
2.2.1. Prospection et choix des sites 12
2.2.2. Collecte des données sur le terrain 12
2.2.3. Au Laboratoire. 13
2.3. Analyses des données 14
2.3.1. Indices écologiques de diversité et de similarité 14
Troisième Chapitre : RESULTATS 17
3.1. Composition des peuplements d'Amphibiens collectés dans la RFY 17

3.2. Constance des espèces dans les habitats 22
3.3. Structure des peuplements 24
3.4. Similarités entre les habitats exploités dans les deux blocs de la RF de Yoko 25
3.5. Comparaisons de la composition des peuplements des habitats et blocs 26
3.6. Comparaison de la structure des peuplements dans les habitats exploités dans la RF de Yoko 27
3.7. Variabilité spatio-temporelle des espèces dans les habitats de deux blocs 29
Quatrième Chapitre : DISCUSSION 30
CONCLUSION 34
REFFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 35
ANNEXES ..... a

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition spécifique et abondance des Amphibiens collectés dans le bloc Nord de la RF de Yoko.....19
Tableau 2 : Composition spécifique et abondance des Amphibiens collectés dans le bloc Sud de la RF de Yoko.....21
Tableau 3 : Indices de diversité des peuplements d'Amphibiens collectés dans la RF Yoko..24
Tableau 4 : Similarités calculées avec l'indice de Jaccard entre les habitats exploités dans les deux blocs de la RF de Yoko.....25
Tableau 5 : Constance des espèces dans les habitats de la RF Yoko.....23

Liste des figures

Fig 1 : Carte de localisation de la Réserve Forestière de Yoko. 9
Fig 2 : Dendrogramme de la composition spécifique comparée entre les habitas du bloc Nord et Sud de la RF Yoko (Similarité de Bray Curtis). 26
Fig 3 : AFC de la composition des peuplements Amphibiens dans les habitats du bloc Nord.. 27
Fig 4 : AFC de la Composition des peuplements Amphibiens dans les habitats du bloc Sud... 28
Fig 5 : Répartition spatio-temporelle des Amphibiens dans les habitats du bloc Nord 29
Fig 6 : Répartition spatio-temporelle des Amphibiens dans les habitats du bloc Sud 29

Abréviations et acronymes

R.F.Y : Reserve Forestière de la Yoko

R.D.C : République Démocratique du Congo

Fig. : Figure

Ja-Ch : Jachères-Champs

Ls : Lisière

Fo : Foret

N : Nord

S : Sud

DCRT : Domaine de Chasse de Rubi-Tele

TL2 : Tshuapa Lomami Lualaba

RESUME

En vue de comparer la composition et la structure du peuplement des Amphibiens le long d'un gradient de dégradation forestière dans la Réserve Forestière de la Yoko (entre 00°21,439'N, 025°13,979'E et 00°06,653'N, 025°17,622'E) ; les données étaient collectées deux fois par mois durant 10 mois à partir de Décembre 2020 à Novembre 2021 dans six sites d'échantillonnage en raison de 3 sites par bloc ; chacun des sites avec 3 habitats ou stations soit un total de neuf stations par bloc.

Les collectes étaient faites à l'aide de deux techniques, l'observation directe ou enquête visuelle de rencontre et l'observation indirecte ou enquête acoustique de rencontre.

Au total 2217 spécimens ont été collectés appartenant à 31 espèces et 10 familles dont *Amnirana albolabris Phrynobatracus auritus*, *Leptopelis christyi* sont abondantes en forêt, lisière et jachère sauf *Chiromantis rufescens* qui est absente dans les lisières et les espèces *Afrixalus equatorialis, Afrixalus osorioi, Arthroleptis variabilis, Nectophryne batesii, Sclerophrys regularis, Leptopelis calcaratus, Phlyctimantis verrucosus*, *Ptychadena aequiplicata*, *Sclerophrys gracilipes* sont moins abondantes. .

Dans tous les blocs (Nord et Sud), la différence de répartition des espèces en forêt, lisière et jachère est très hautement significative (p=0,0001 BN) et (p= 0.0018 BS) durant toutes les saisons.

Dans le bloc Nord, les espèces *Arthroleptis variabilis, Hyperolius Hutsebauti, Ptychadena aequiplicata, Amnirana angolensis, Leptopelis calcaratus, Phrynobatrachus permaltus* et *Afrixalus ossorioi* sont caractéristiques des habitats dégradés (Jachères), pendant que *Leptopelis millsoni* et P*hrynobatrachus auritus* manifestent une préférence pour les habitats non dégradés (forêt) où elles sont abondantes, tandis que les habitats adjacents (lisières) paraissent l'habitat de prédilection de *Ptychadena mascareniensis* et *Ptychadena perreti* où elles y sont caractéristiques. Par contre dans le bloc sud, les habitats non dégradés (forêts) sont caractérisés par les espèces *Afrixalus quadravitatus, Sclerophrys aequiplicata, Phrynobatracus auritus, Hyperolius platyceps* et *Leptopelis millsoni*, pendant que dans les habitats dégradés (Jachères) on trouve les espèces *Afrixalus ossorioi, Arthroleptis variabilis, Sclerophrys pusilla, Leptopelis calcaratus* tandis que les habitats adjacents (lisières) paraissent préférés des espèces *Hoplobatrachus occipitalis, Artholeptis tuberosus, Cryptylax greshoffii, Cardioglossa leucomystax* qui y sont abondantes.

Mots clés : **Composition, Structure, Amphibiens, Dégradation, Forêt, Reserve Forestière de Yoko**

ABSTRACT

In order to compare the composition and structure of the amphibian population along the forest degradation gradient in the Yoko Forest Reserve (between 00°21.439'N, 025°13.979'E and 00°06.653'N, 025°17.622'E); data were collected twice a month for 10 months from December 2020 to November 2021 in six sampling sites with 3 sites per block; each site with 3 habitats or stations, i.e. a total of nine stations per block.

Collections were made by two techniques, direct observation or visual encounter survey and indirect observation or acoustic encounter survey.

A total of 2217 specimens were collected belonging to 31 species and 10 families of which Amnirana albolabris Phrynobatracus auritus, Leptopelis christyi are abundant in forest, edge and fallow land except for Chiromantis rufescens which is absent in the edges and the species Afrixalus equatorialis, Afrixalus osorioi, Arthroleptis variabilis, Nectophryne batesii, Sclerophrys regulari, Leptopelis calcaratus, Phlyctimantis verrucosus, Ptychadena aequiplicata, Sclerophrys gracilipes are less abundant. .

In all blocks (North and South), the difference in species distribution in forest, edge and fallow is very highly significant (p=0.0001 BN) and (p= 0.0018 BS) in all seasons.

In the northern block, the species Arthroleptis variabilis, Hyperolius Hutsebauti, Ptychadena aequiplicata, Amnirana angolensis, Leptopelis calcaratus, Phrynobatrachus permaltus and Afrixalus ossorioi are characteristic of degraded habitats (fallows), while Leptopelis millsoni and Phrynobatrachus auritus show a preference for non-degraded forest habitats where they are abundant, while adjacent habitats (edges) appear to be the preferred habitat of Ptychadena mascareniensis and Ptychadena perreti where they are characteristic. On the other hand, in the southern block, the non-degraded habitats (forests) are characterized by the species Afrixalus quadravitatus, Sclerophrys aequiplicata, Phrynobatracus auritus, Hyperolius platyceps and Leptopelis millsoni, while in the degraded habitats (fallows) the species Afrixalus ossorioi, Arthroleptis variabilis, Sclerophrys pusilla, Leptopelis calcaratus while adjacent habitats (edges) seem to be preferred by the species Hoplobatrachus occipitalis, Artholeptis tuberosus, Cryptylax greshoffii, Cardioglossa leucomystax which are abundant there.

Key words: Composition, Structure, Amphibians, Degradation, Forest, Yoko Forest Reserve

INTRODUCTION

1. Généralités

La classe des Amphibiens compte environ 8.000 espèces qui se distribuent aujourd'hui à la surface de la Terre sur presque tous les continents. Ils sont répartis en trois ordres (Morand & Carsignol, 2019) parmi lesquels : les **Anoures** (Grenouilles, Crapauds et Rainettes), les **Urodèles** (Salamandres et Tritons) et les **Gymnophiones** (Apodes ou sans membres). De ces trois ordres, les Anoures et les Gymnophiones sont représentés en Afrique centrale et orientale, alors que les Tritons et les Salamandres, sont absents en Afrique au sud du désert du Sahara et se trouvent principalement dans l'hémisphère Nord (Duellman & Trueb, 2007 ; Wells, 2007).

Les Anoures sont un groupe qui intègre les individus dont la caractéristique commune est d'être dépourvus de la queue à l'état adulte mais pourvus de membres postérieurs allongés et adaptés au saut. Ils sont largement distribués de tropiques aux régions subarctiques et la plus grande diversité des espèces existe dans les forêts tropicales qui se caractérisent par une variété d'habitats allant de la première couche de sol à la canopée des arbres (Serre, 2017).

La systématique des lignées d'Anoures africaines a considérablement fluctué dans le passé, en particulier en ce qui concerne l'identification des espèces suite aux importantes contributions de la phylogénie produites par de récentes études moléculaires (Frost *et al.*, 2006 ; Pyron & Wiens, 2011 ; San Mauro *et al.*, 2014).

Actuellement, les Anoures sont classés en 28 familles dont environ 760 espèces sont présentes en Afrique. Parmi ces dernières, 223 espèces sont reconnues en RDC avec 55 espèces endémiques regroupées en 16 familles et 38 genres (Badjedjea *et al.*, 2015).

Les Anoures sont essentiellement des animaux aptes au saut, avec une morphologie externe caractérisée par plusieurs traits dérivés par rapport aux premiers terrestres qui avaient probablement une locomotion similaire à celle des Salamandres modernes (Zug, 2001). D'autres modes de locomotion connus chez les Grenouilles sont tous des modifications du saut. Certaines espèces de Grenouilles sont presque aquatiques (exemple le genre Xenopus) dont les individus sont mal équipés pour la locomotion sur la terre ferme (Duellman & Trueb, 1986).

Le corps des Anoures adultes est généralement glandulaire, de coloration variable allant du brun tacheté, gris et vert aux motifs vifs de rouge ou jaune et noir pour permettre le camouflage. Ils sont tétrapodes avec des membres repliés en-dessous et sont dépourvus de la queue (https://www.aquaportail.com consulté le 15 Novembre 2021 à 11h08).

Du point de vue écologique, les Amphibiens sont des composantes clés des réseaux trophiques car ils contribuent au maintien des équilibres biologiques dans divers écosystèmes (Musubaho

et al., 2021). Cependant, ils constituent un des groupes les plus menacés des Vertébrés (Catenazzi, 2015 ; Knap *et al.*, 2016).

Contrairement aux organismes censés les représenter, les Amphibiens sont des Vertébrés avec un cycle biologique très particulier et complexe qui se réalise entre la terre et l'eau. Les œufs sont pondus dans les milieux aquatiques pour donner les têtards qui subiront la métamorphose pour donner des individus adultes presqu'exclusivement terrestres (Werner, 2015).

Les têtards sont végétariens, consommant des algues aquatiques et les grains de pollen tombés à la surface de l'eau, avant de devenir des carnivores au stade adulte, consommant notamment les insectes aquatiques (fourmis, mouches, sauterelles, araignées, …) et terrestres (https://amphibien.cheloniophilie.com consulté le 15 Novembre 2021 à 11h23).

A la maturité sexuelle, les Amphibiens retournent dans l'eau pour s'y reproduire autant de fois que leur longévité le permettra (Morand & Carsignol, 2019). Selon Sinch (2015), ce caractère amphibie leur impose de disposer de plusieurs types d'habitats : celui de reproduction, d'alimentation, d'estivation (car leur peau est semi-perméable et le rendent sensibles à toute déshydratation)et d'hivernage.

Par ailleurs, en dépit de vivre dans l'eau douce et sur la terre ferme, les adultes de certaines espèces en Afrique tropicale sont adaptées pour vivre sous terre ou dans les arbres (Ouellet & Leheurteux 2007).

Les grenouilles arboricoles (abondantes dans les forêts tropicales humides), ont une morphologie corporelle qui diffère de celle d'autres espèces. Leur corps contraste avec celui des espèces fouisseuses caractérisées par de grosses têtes, de gros yeux, de longues pattes terminées par des pelotes ou coussinets digitaux étendus (Duellman & Trueb 2003).

Il est intéressant de noter que les espèces arboricoles ont tendance à avoir un cerveau plus grand que celui de leurs homologues aquatiques. Cela serait lié au fait qu'elles vivent dans un environnement tridimensionnel complexe, qui requiert des capacités neurales et sensorielles que l'on ne trouve pas chez les espèces vivant dans des environnements plus simples (Wells, 2007).

Au cours de leur saison de reproduction, les Anoures produisent une large gamme de vocalisations particulière et présentent de nombreux types de comportements complexes pour attirer les partenaires et échapper à l'action des prédateurs (https://www.aquaportail.com consulté le 15 Novembre 2021 à 11h08).

2. Contexte et justification

La connaissance de la faune et de la flore sont deux éléments fondamentaux qui permettent d'évaluer la richesse de notre environnement et, si nécessaire, d'en mesurer l'évolution (Arlaud & Peyrard, 2011).

Au cours des dernières décennies, un déclin mondial des populations d'Amphibiens a été observé dans certaines aires protégées (Gibbons *et al.*, 2000 ; Houlahan *et al.*, 2000) ainsi que dans de nombreuses régions du monde (Davies *et al.*, 2004). Les causes sont complexes et peuvent être attribuées à la perte d'habitats, la collecte excessive d'individus, les changements climatiques, la surexploitation, la destruction ou fragmentation de l'habitat et la prolifération d'espèces invasives (Alford & Richards, 1999 ; Dudgeon *et al*., 2006 ; Vié *et al.*, 2009). La fragmentation et la destruction des habitats sont parmi les menaces les plus pesantes sur les populations d'Amphibiens (Cushman, 2006).

La dynamique des assemblages d'Amphibiens dépend du maintien d'un réseau d'habitats car une corrélation positive existe entre la richesse spécifique et la présence d'habitats interconnectés (Guerry & Hunter, 2002). Ce qui fait des Amphibiens d'excellents indicateurs de la biodiversité et de l'intégrité des écosystèmes. Leur sensibilité élevée à la qualité de leur milieu (Arlaud *et al.*, 2011) fait d'eux d'excellentes sentinelles de l'environnement (Ouellet *et al.*, 1997 ; Davic & Welsh, 2004 ; Galois & Ouellet, 2006).

Comme chez d'autres groupes de vertébrés, une différence semble exister entre les espèces forestières par rapport à celles d'autres milieux qui se traduit par une forme de dépendance à la forêt qui ne s'observe pas hors des forêts denses (Howell cité par Tanguy *et al.*, 2011).

Cependant, la montée des activités de déforestations dans les forêts tropicales en générale et dans le bassin du Congo en particulier, parait comme une sérieuse menace à la survie de la biodiversité des Amphibiens forestiers. C'est le cas de la Réserve Forestière de Yoko où l'agriculture et les perturbations progressives de l'habitat forestier, menacent l'intégrité et la santé des populations animales dans ces zones, notamment les Amphibiens (Musubaho, 2015), les Musaraignes (Mukinzi, 2014).

D'autre part, une importante perte d'espèces est occasionnée par les impacts anthropiques sur les écosystèmes d'eau douce faisant d'eux les habitats les plus menacés (Vié *et al.*, 2009 ; Strayer & Dudgeon, 2010). Ainsi, en conformité avec certains auteurs, surveiller la santé des populations d'Amphibiens, c'est suivre la santé des milieux humides et des écosystèmes terrestres environnants (Fortin *et al.*, 2004). Alors, pour mieux protéger les espèces d'Amphibiens présentes sur un site, il faut d'abord les connaître à travers les inventaires afin de proposer des éléments de gestion durable (Rault *et al.*, 2011). L'insuffisance des connaissances sur la

distribution des espèces ainsi que sur leur taux de disparition (Magurran *et al.*, 2010) parait pour nous un enjeu à soutenir dans n'importe quelle zone, en vue de limiter la perte de la biodiversité.

3. Travaux antérieurs

La perte de la biodiversité impacte sur le fonctionnement des écosystèmes. Elle a fait l'objet de nombreuses études dans le monde depuis plusieurs années. Plusieurs travaux ont déjà été menés sur les Amphibiens dans le monde et en Afrique. Ces études sont, entre autres, orientées sur la diversité des Amphibiens de régions ou zones spécifiques d'Afrique. C'est le cas notamment de : Channing (2001), en Afrique centrale et du Sud Channing & Howell (2006), en Afrique orientale, Hiller *et al.* (2008), dans le Fouta-Djalon en Guinée, Frétey *et al.* (2011) en Afrique Centrale et d'Angola.

D'autres études ont concerné l'écologie ou les impacts des perturbations anthropiques sur les peuplements zoologiques. On peut citer Tumushimire *et al.* (2020) au Rwanda, Cerema (2019) en France, Belasen (2019) au Brésil et Malonza & Vieth (2012) au Kenya.

En RD Congo, la diversité des Amphibiens demeure actuellement peu connue en raison d'une évaluation largement déficiente et du manque de données disponibles pour évaluer la richesse de ce groupe de Vertébrés vis-à-vis de la dégradation forestière.

Les premiers travaux publiés sur l'herpéto-batracofaune remontent à l'époque coloniale. Ces travaux étaient essentiellement orientés sur des aspects taxonomiques. Parmi ceux-ci, nous pouvons citer : Boulenger (1919, 1924) qui avait étudié les collections batracienne et reptilienne recueillies par le Dr C. Christy dans les districts de Stanleyville, Haut-Uélé et Ituri entre 1912-1914. Au cours de la même époque, l'on note les travaux de Schmidt (1919, 1923) dans son étude sur les genres d'Amphibiens Afrixalus et Hyperolius lors de l'exploration au Parc National de l'Upemba.

Dans la région de Kisangani et ses environs, les premières investigations scientifiques sur les Amphibiens ont débuté depuis les années 1980 avec la création de la Faculté des Sciences au campus de Kisangani de l'Université du Zaïre devenue actuellement Université de Kisangani. Parmi ceux-ci, nous citons ceux de :

- ✓ Kazadi & Gevaerts (1986) avaient fait une note préliminaire sur la batrachofaune de la Réserve Forestière de Masako (Kisangani). Au bout de leur investigation, ils ont accusé l'existence de 3 familles, 9 genres et 15 espèces ;
- ✓ Kambale (1986), lors de son étude sur la biodiversité et l'écologie des Amphibiens dans la ville de Kisangani et ses environs, a révélé l'existence de 15 espèces dans les différents habitats périurbains de cette ville. Ces espèces étaient regroupées en 5 familles parmi

lesquelles celle Hyperoliidae était la plus représentée (6 espèces), suivie de Ranidae (5 espèces). Les familles Arthroleptidae et Pipidae étaient les moins représentées avec 1 seule espèce chacune ;

- ✓ Kazadi (2004) a étudié les Amphibiens du massif forestier central en RD Congo (Masako). Les résultats obtenus avaient souligné la présence de 31 espèces dans les différents habitats de la Réserve Forestière de Masako ;
- ✓ Musubaho (2015), une décennie après, a étudié la diversité des Amphibiens dans les forêts de Kisangani et ses environs. A l'issu de son étude, il a collecté 501 spécimens (239 à Masako et 262 à Yoko) répartis en 33 espèces, 15 genres et 10 familles. La famille Hyperoliidae était la plus diversifiée (3 genres dans les deux aires protégées et 6 espèces à Masako contre 5 à Yoko). Les familles Pyxicephalidae, Phrynobatrachiidae, Hoplobatrachiida, Pipidae et Ranidae ont été les moins diversifiées dans les deux réserves ;
- ✓ Au cours de la même année, Badjedjea *et al.* (2015) ont mené une étude préliminaire de la faune amphibienne dans l'écorégion de Kisangani. Les résultats de leur étude ont indiqué que les spécimens recueillis dans les trois sites d'échantillonnage sont regroupés en 7 familles, 11 genres et 29 espèces. La famille Arthroleptidae est la plus diversifiée (9 espèces), celle Ranidae est moins représentée. Parmi les sites de capture prospectés, la forêt de Uma est la plus riche en espèces (23 espèces), suivie par la DCRT (15 espèces) et TL2 (14 espèces) ;
- ✓ Par la suite, Badjedjea (2017) a étudié la diversité des Amphibiens au Nord-Est de la RD Congo, avait collecté un total de 301 spécimens répartis en 4 familles et 29 espèces. La famille Hyperoliidae était la plus abondante de sa collection ;
- ✓ Musubaho *et al.* (2021) ont fait une méta-analyse exploratoire des effets de perturbations anthropiques sur la diversité des amphibiens dans les stations de Kasugho, Butembo, Mambasa et Kisangani en RD Congo. Les 815 spécimens d'Amphibiens collectés dans les habitats anthropisés (étang piscicole, jachère) et non anthropisés (marécage, forêt secondaire, forêt primaire) étaient réunis dans 37 espèces. Parmi celles-ci, *Amietophrynus kisoloensis et Hoplobatrachus occipitalis* uniquement dans les habitats anthropisés et *Afrixalus quadrivittatus, Amietophrynus gracilipes, Arthroleptis variabilis, Cardioglossa gracilis, C. leucomystax, Hyperolius viridiflavus, Leptopelis aubryioides, L. ocellatus, Phrynobatrachus auritus, Ptychadena anchietae, P. chrysogaster*) préfèrent uniquement les habitats non anthropisés.

Poursuivant les mêmes objectifs que les prédécesseurs dans le domaine et avec le souci d'élargir le champ de connaissance sur les Amphibiens, la présente recherche a été envisagée. Elle est axée sur la composition et structure comparées des peuplements d'Amphibiens le long d'un gradient de dégradation forestière dans la Réserve Forestière de Yoko.

4. Problématique

Au cours de ces dernières décennies nombreuses espèces d'Amphibiens connaissent une crise d'extinction mondiale (Alroy, 2015 ; Knoll *et al.*, 2017). Pourtant, ce groupe joue un rôle clé dans l'équilibre des écosystèmes des zones humides forestières. Il fournit d'importants services écosystémiques et ses représentants sont considérés indicateurs de la bonne qualité des habitats (Werner 2015 ; Geraldine *et al.*, 2016).

Les Amphibiens subissent plusieurs effets issus de ces dégradations dont les principaux sont la perte de la diversité génétique suite à la dérive génétique aggravée par la consanguinité (Zuidema *et al.*, 2017) et la viabilité des populations locales du fait de la réduction de leurs tailles (Aroyo, 2015).

Sous les tropiques, le déclin des populations d'Amphibiens étant lié globalement aux impacts anthropogéniques (Ferreira *et al.*, 2016), il est particulièrement lié à la dégradation des zones humides naturelles due à l'utilisation des terres par l'homme. Cela influence significativement la composition des communautés et la taille des populations (Behn *et al.*, 2018).

Les conséquences de la fragmentation et la dégradation des zones humides sur la structure des communautés locales d'Anoures sont nécessaires à comprendre actuellement, car il existe de moins en moins des zones humides naturelles intactes ou des forêts de galeries à des altitudes similaires pouvant faciliter une meilleure comparaison (Tumushimire *et al.*, 2020).

Ces conséquences sont de plusieurs natures ; certaines, faciles à mesurer comme la diminution de la superficie ou du changement des caractéristiques d'un habitat sont qualifiées de détérioration. D'autres qualifiées de perturbation sont plus subtiles et difficiles à mesurer, car elles alternent dans le temps et dans l'espace (Chapman & Chapman, 2003 ; Laurence, 2004 in Mukinzi, 2014).

Face à ces perturbations, les communautés animales réagissent par une réduction qualitative et quantitative de la structure de l'assemblage aboutissant de fois à la perte des espèces ou à la réduction quantitative agissant uniquement sur l'abondance de certaines espèces sans pertes d'individus. Il reste encore beaucoup à comprendre d'une part, sur les relations entre la fragmentation de l'habitat et la diversité chez les taxons d'Amphibiens qui varient graduellement en fonction de plusieurs facteurs et paramètres (Laurence *et al.*, 2019) et d'autre part sur l'apport des lisières sur le maintien de la diversité faunique. Par « lisière » nous considérons, en accord

avec Iyongo (2013), une zone de transition écologique entre deux écosystèmes ; par exemple, le passage de la savane à la forêt.

La région de Kisangani n'échappe pas à l'exploitation incontrôlée des ressources naturelles. Elle est sous pression de l'agriculture intensive sur abattis brulis (avec des périodes de jachères de plus en plus réduites), la commercialisation accrue du bois d'œuvre et de produits forestiers autres que le bois d'œuvre pour le chauffage, les feuilles de Marantaceae, les rotins, etc. (Kahindo, 2010).

Ainsi, comprendre l'évolution de la composition et de la structure des Amphibiens dans les divers habitats forestiers sous l'action de dégradation d'origine anthropique est capital pour proposer des stratégies de gestion durable de la faune et de leurs écosystèmes. D'où le choix d'étude écologique des amphibiens dans les deux blocs de la Réserve Forestière de Yoko au sein des habitats représentant divers stade de dégradation forestière.

a. Questions de recherche

Cette étude répond à la question principale de savoir quelle est l'organisation structurale qualitative et quantitative du peuplement d'Amphibiens le long d'un gradient de dégradation des habitats naturels dans la RF de Yoko.

Spécifiquement :

- ✓ Quelle est la composition et la structure des Amphibiens entre les habitats perturbés et ceux stables dans les deux blocs (Nord et Sud) de la RF de Yoko ?
- ✓ La composition des peuplements d'Amphibiens est-elle différente entre les habitats perturbés et non perturbés au sein de deux blocs de la RF de Yoko ?
- ✓ Dans les deux blocs, y a-t-il des espèces présentant une préférence à un type particulier d'habitat ?

b. Hypothèses

En réponse à la question principale, nous avons émis l'avis que la RF de Yoko est riche en espèces d'Amphibiens dans les habitats moins perturbés par l'homme.

Spécifiquement :

- Dans les conditions de perturbations des habitats naturels, les Amphibiens dans la Réserve Forestière de Yoko à l'instar de ceux vivant dans d'autres forets en RD Congo, sont hautement diversifiés dans les habitats de deux blocs.
- La composition et la structure dans les deux blocs varient en fonction du niveau de perturbation du milieu, la diversité diminue le long du gradient de perturbation.

- Comme la composition spécifique et la structure des Amphibiens diffèrent le long du gradient de perturbation, les habitats moins perturbés, proches des cours d'eaux sont les plus préférés par les Amphibiens.

c. Objectifs

Notre étude poursuivait l'objectif principal d'étudier la structure et la composition des peuplements d'Amphibiens dans la Reserve Forestière de la Yoko le long du gradient de dégradation forestière.

De manière spécifique, cette étude avait pour objectifs de :

- Déterminer la composition et la structure des Amphibiens dans les différents habitats de la Réserve Forestière de Yoko ;
- Décrire et comparer la variation de leur abondance dans le temps et dans l'espace (variabilité saisonnière et inter habitats) entre les deux blocs à travers les habitats exploités ;
- Comparer la diversité et l'occurrence des Amphibiens dans les différents habitats.

d. Intérêt du travail

La présente recherche cherche à approfondir les connaissances sur la faune batracologique des milieux forestiers à Kisangani. Elle vient enrichir les données de base sur la distribution des Amphibiens des milieux forestiers en province de la Tshopo en général et celle des Amphibiens dans la RF de Yoko en particulier, en ajoutant un accent particulier sur les effets de lisière joué par certains habitats sur le maintien de la biodiversité des amphibiens.

Comme la pérennité d'une espèce dépend de sa capacite à maintenir continuellement sa population face aux pressions écologiques exercées sur elle, une bonne connaissance de ses exigences écologiques va contribuer grandement à sa gestion durable. Cette acquisition de connaissance apparaît importante pour mieux définir les perspectives de protection et de conservation de ces milieux subissant des fortes pressions anthropiques.

Premier Chapitre : MILIEU D'ETUDE

1.1. Situation géographique

Créée en 1959 avec une étendue de 6 975 hectares, la RF de Yoko est située au Sud-Est de la ville de Kisangani en République Démocratique du Congo entre les villages Banango (0°21,439'N, 25°13,979'E) et Bagao (0°06,653'N, 25°17,622'E) sur l'axe routier Kisangani-Ubundu, à la rive gauche du Fleuve Congo dans la province de la Tshopo (Kahindo, 2011).

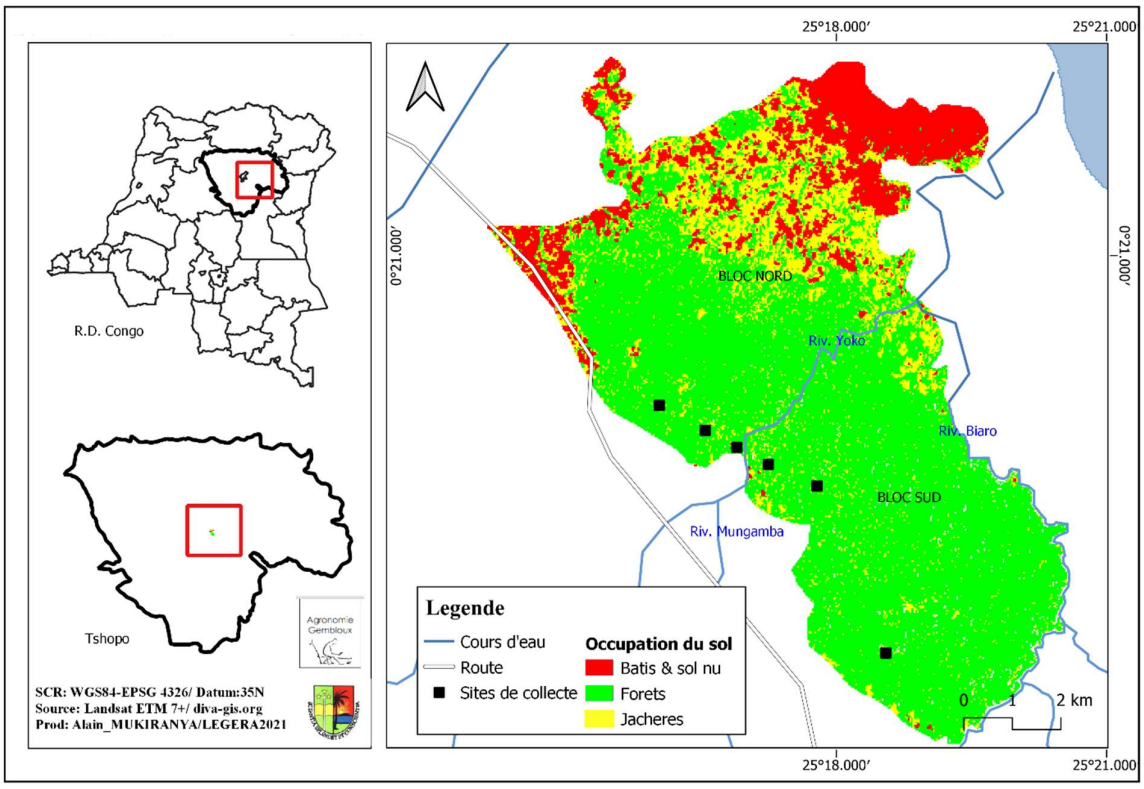


Fig 1 : Carte de localisation de la Réserve Forestière de Yoko.

1.2. Situation climatique

La RF de Yoko jouit d'un climat équatorial de type Af selon la classification de Köppen avec les précipitations annuelles variant entre 1500 et 2000 mm et une moyenne de 1 750 mm (Mate, 2001 ; Juakaly, 2007). Elle bénéficie du macroclimat de la région écologique de Kisangani caractérisé par des précipitations annuelles abondantes qui atteignent 2000 mm, sans véritables périodes sèches, avec une humidité atmosphérique très élevée (70 à 85%) et des températures moyennes qui oscillent entre 25 et 28°C (Nshimba, 2008). Les précipitations enregistrées toute l'année sont interrompues par deux saisons relativement sèches : la grande période sèche va de Janvier en Février et la petite saison sèche va de Juillet en Août (Sabongo, 2015).

Ainsi, dans la suite de travail, nous noterons SS1 : première saison sub-sèche qui regroupe les mois de décembre, janvier et février ; SP1 : première saison pluvieuse qui s'étend sur les mois de mars, avril et mai (petite saison pluvieuse) ; SS2 : deuxième saison sub-sèche qui regroupe les mois de juin, juillet et août ; et SP2 : deuxième saison pluvieuse qui s'étend sur les mois de septembre, octobre et novembre.

1.3. Hydrographie

La rivière Yoko traverse la réserve, de l'Ouest à l'Est, elle divise celle-ci en deux blocs et reçoit les eaux de nombreux affluents (Badu I et II, Babusoko) qui coulent en direction Nord-Sud. Les affluents Bise, Mokonoka I, II et III, Mungamba, Ngongo et Niese déversent leurs eaux dans la rivière Yoko en direction Sud-Nord. La rivière Biaro délimite la RF de Yoko au Sud et canalise ses eaux vers le Nord pour se joindre à la Yoko avant de se jeter dans le Fleuve Congo (Lomba, 2012). Au bloc Nord, dans les milieux perturbés comme les jachères, l'on trouve des marécages. Par ailleurs, le bloc Sud est plutôt dominé par des ruisseaux parmi lesquels Mimi est le plus important.

1.4. Sol

Selon Kombele (2018), les caractéristiques générales des sols de la RF de Yoko sont celles reconnues au grand ensemble des sols de la Cuvette centrale congolaise et celles des sols de la ville de Kisangani : sols rouges ocres, avec un faible rapport silice/sesquioxydes et une capacité faible d'échange cationique de la fraction argileuse, de teneur en minéraux primaires, de l'activité de l'argile, de teneur en éléments solubles et une assez bonne stabilité des agrégats.
Le sol comme celui de la RF de Yoko, caractérisé comme ferralsol, est acide, fortement altéré et à forte teneur en sable avec dominance de quartz (WRB, 2014). La topographie de la RF de Yoko est caractérisée par un plateau à une altitude moyenne de 450 m, disséqué par un réseau hydrographique dense (Vleminckx *et al.*, 2015).

1.5. Végétation

Le couvert végétal de la réserve est dominé par la forêt tropicale humide primaire semi-décidue comprenant des peuplements isolés de surfaces variables de forêts sempervirentes. La partie ouest de la réserve, plus marquée par l'empreinte humaine, est composée principalement de forêts secondaires et de cultures sur brûlis.
D'après la synthèse régionale de la combinaison d'une pré-stratification régionale et de l'identification des particularités des forêts de chaque pays du bassin du Congo (COMIFAC, 2014), la végétation de la RF de Yoko appartient au forêt dense humide de transition entre le type sempervirent et le type semi-caducifolié (Kabasele 2018) généralement caractérisées par

l'abondance de la famille des Fabaceae représentées principalement par *Scorodophloeus zenkeri, Piptadeniastrum africanum, Cynometra spp, Prioria balsamifera,* et des espèces grégaires telles que *Gilbertiodendron dewevrei, Julbernardia seretii et Pericopsis elata*. Ces Forêts renferment également des espèces comme : *Anthonotha fragrans* (Bak.f.) Exell & Hillcoat, *Julbernardia seretii* (De Wild.) Troupin, *Prioria balsamifera* (Caesalpiniaceae), *Pterocarpus soyauxii* Taub (Fabaceae), *Scorodophloeus zenkeri* (Caesalpiniaeae), *Canarium schweinfurthii* Engl. (Burceraceae), *Pericopsis elata* (Harms) Van Meeuwen (Fabaceae). Le sous-bois est caractérisé par des espèces sciaphiles, comme *Scaphopetalum thonneri* DeWild & Th. Dur. (Sterculiaceae), *Palisota ambigua* (P. Beauv.), des espèces de Marantaceae. La Forêt Secondaire est dominée par les espèces telles que *Zanthophylum gilletii* (De Wild.) Waterm. (Rutaceae), *Uapaca guineensis* Mull. Arg. (Euphorbiaceae). Les jachères sont dominées par des herbacées : *Palisota ambigua*, *Costus afer* Ker-gaul. (Zingiberaceae), *Oncoba welwitschii* Oliv. (Flacourtiaceae) ; les fougères : *Nephrolepis bisserata* (SW.) Shott. ; des marantacées : *Megaphrynium macrophylla*, *Sarcophrynium brachystachium* ainsi que quelques arbres comme *Macaranga spinosa*, *Trema orientalis* (Mukinzi, 2014).

1.6. Faune

La faune est composée de quelques grands Mammifères bien que sous une forte pression cynégétique, et plusieurs petits Mammifères. On y trouve aussi des Oiseaux, des Reptiles, des Batraciens et une diversité d'Arthropodes dont la plupart sont encore non étudiés. Dans la rivière Yoko et ses affluents, on enregistre des espèces de Poissons appartenant aux familles Claridae, Cichlidae et Mormyridae (Mukinzi, 2014).

Deuxième Chapitre : MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel d'étude

Le matériel d'étude est constitué de 2217 spécimens d'Amphibiens collectés pendant 10 mois (Décembre 2020 en Septembre 2021) dans huit sites permanents dans la RF de la Yoko. Il s'agit d'une partie des données de recherche doctorale de Loving Musubaho Kako attaché à la Faculté de Gembloux Agro-Bio Tech de l'Université de Liège.

2.2. Méthodes

2.2.1. Prospection et choix des sites

La prospection a porté sur l'identification des sites qui offrent des conditions favorables aux Amphibiens par rapport à notre thématique de recherche. Une fois identifiés, Six sites d'échantillonnage ont été choisis dans le cadre de ce travail, à raison de 3 sites par bloc et de trois types d'habitat ou stations par site, soit un total de Neuf stations par bloc.

Ainsi, chaque site comprenait, un habitat anthropisé (jachère ou champ), un habitat non anthropisé (forêt primaire) et une zone de lisière. Les informations recueillies sur les fréquences de la présence/absence des Amphibiens dans chaque station/habitat ont permis d'établir les comparaisons afin de déceler les différences dans la structure et la composition des Amphibiens dans les différents habitats.

2.2.2. Collecte des données sur le terrain

Les données étaient collectées deux fois par mois dans chacun des six sites. Chaque sortie durait trois jours à partir du premier jour de la deuxième et de la quatrième semaine du mois ; soit un total de six jours de sortie par mois, réalisé en deux temps.

Les collectes étaient simultanément faites dans différents habitats (foret-lisière-jachère), le long d'un layon de chaque station au moyen de deux techniques combinées : l'observation directe ou enquête visuelle de rencontre (Rödel & Ernst, 2004 ; Veith *et al*., 2004) et l'observation indirecte ou enquête acoustique de rencontre (Veith *et al*., 2004).

a. L'observation directe ou visuelle.

Cette technique consiste au repérage visuel de rencontre des individus suivi de la capture manuelle des Amphibiens terrestres et arboricoles. Elle consiste à faire la chasse des Amphibiens à l'aide d'une lampe frontale dans différents habitats (Badjedjea, 2015). L'avantage de cette technique est de fournir un maximum des données mixtes avec une même probabilité de capturer les individus aussi mâles que femelles.

b. L'observation indirecte ou acoustique.

Elle consiste à auditionner les coassements des amphibiens sur diffèrent substrats (arbustes, arbres, sur la litière, dans les cours d'eau, sur le sol) pendant la nuit puis les localiser au moyen de la lumière d'une lampe torche (Amiet, 1975 ; Schiøtz, 1967 ; Badjedjea *et al.*, 2015). Cette technique présente certains avantages, notamment : (a) d'identifier très vite et à distance les chants des individus mâles, (b) de couvrir plusieurs habitats en peu de temps, (c) de déceler la présence des Amphibiens se trouvant dans des biotopes inaccessibles et (d) fournit beaucoup des données faunistiques et éthologiques qui ne peuvent pas être fournies par l'échantillonnage diurne. Comme désavantage, cette technique permet de capturer plus d'individus mâles par rapport aux femelles (Amiet, Pages fide Musubaho, 2015). Les deux techniques ont été appliquées dans tous les types d'habitats et l'analyse a porté uniquement sur les espèces dont les individus étaient capturés.

Il convient de signaler que les collectes proprement-dites ont été faite à la main (Jackson & Blackburn, 2007 ; Musubaho *et al.*, 2021).

Tous les spécimens collectés la veille étaient gardés dans les bocaux sur lesquels étaient reprises les indications relatives aux sites de capture et aux types d'habitats.

2.2.3. Au Laboratoire.

Après collectes des individus sur le terrain, les travaux de laboratoire étaient amorcés. Ils débutaient au laboratoire de transit situé au gite de la RF Yoko par l'assemblage des spécimens selon leur appartenance aux types d'habitats suivi, le lendemain matin, de leur euthanasie, du prélèvement des biopsies, la fixation, l'étiquetage, l'identification et la conservation.

L'euthanasie a consisté à injecter une solution de formol dilue a 4% par voie anale. La biopsie (tissus de la langue ou du muscle de la cuisse) a été prélevé sur quelques individus rassemblés sur base des traits morphologiques pour les études génétiques ultérieures au sein des laboratoires spécialisés. Les tissues prélevés étaient conservées dans les tubes d'Eppendorf contenant une solution d'alcool concentré à 96%, les carcasses ont été fixées à l'aide du formol (40%) et leur conservation a été faite dans l'alcool dénaturé (70%).

L'étiquetage a consisté à accrocher une unité de papier (sur la patte postérieure droite) reprenant le code incluant le numéro d'enregistrement, l'habitat et la date de collecte.

La première identification était amorcée sur le terrain par l'observation des caractéristiques morphologiques. Elle a été poursuivie au Laboratoire d'Ecologie et de Gestion des Ressources Animales (LEGERA) de la faculté des Sciences avec l'appui des chercheurs rattachés au Centre de Surveillance de la Biodiversité (CSB) de l'Université de Kisangani.

2.3. Analyses des données

2.3.1. Indices écologiques de diversité et de similarité

L'analyse des données a porté sur l'estimation de certains paramètres et indices.

- L'abondance relative *pi* est calculée par :

$$\text{pi} = \frac{\text{ni}}{\text{N}} \text{x} 100$$

Où « *ni* » est le nombre d'individus capturés de l'espèce « *i* » et « *N* » le nombre total d'individus capturés pour la communauté considérée.

La structure d'un peuplement représente la manière dont les individus sont répartis parmi les espèces (S) qui le composent. Ce mode de répartition peut être étudié par l'analyse des distributions d'abondances ou de façon plus simple au moyen d'indices synthétiques de diversité (Guillaume, 2020). Parmi ceux-ci, nous citons :

- Indice de Shannon-Wiener (H') ou diversité intra biotope :

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} pi.log_2(pi)$$

Où : Pi= ni/N représente l'abondance relative, ni compris entre 0 et n ; pi est compris entre 0 et 1, *N* correspond à l'effectif total et *ni* est l'effectif de l'espèce i dans l'échantillon.

Cet indice permet d'exprimer la diversité spécifique d'un peuplement étudié, il est homogène (constitué d'une seule et même espèce), alors H' = 0. Plus on est en présence d'espèces différentes, plus sa valeur augmente de façon logarithmique. H' varie donc de 0 (chaque espèce possède un seul individu à l'exception d'une seule qui renferme tout le reste d'individus), à $\log_2$ S (toutes les espèces sont présentes et ont la même abondance relative) (Bounechada. 2019).

- Equitabilité (ē) :

$$\bar{e} = \frac{H'}{\log 2S}$$

H' : Indice de Shannon et S : Richesse Spécifique. (ē) varie de 0 à 1 : elle tend vers 0 quand une seule espèce renferme la quasi-totalité des effectifs, elle tend vers 1 lorsque l'abondance est la même pour toutes les espèces.

Une équitabilité faible représente une grande importance de quelques espèces dominantes (Dajoz in Musubaho, 2015).

- Indice de diversité de Simpson Ids :

  Ids= 1-D

Cet indice mesure la probabilité que deux individus prélevés au hasard d'un peuplement étudié appartiennent à deux espèces différentes. 1-D varie de 0 (peuplement homogène) à 1 (peuplement hétérogène).

A côté de cet indice, il faut signaler aussi l'indice de Simpson qui mesure la probabilité que deux individus prélevés au hasard d'un peuplement appartiennent à une même espèce. Il s'exprime par :

$$D= \sum (pi)^2$$

La détermination de la composition du peuplement (la richesse spécifique par bloc suivie de l'abondance relative des espèces) a permis d'établir la comparaison entre différents sites d'étude selon l'adapté de Wickel *et al.* (2016). Cette composition des peuplements a été estimée à partir de l'indice de Margalef (IMg) en tenant compte des richesses spécifiques des habitats. Elle s'exprime par :

$$IMg = S-1/lnN$$

Avec N, le nombre d'individus capturés et S, le nombre d'espèces enregistrées.

Les valeurs obtenues ***inférieures à 2*** sont rattachées aux zones de basse biodiversité tandis que les valeurs ***supérieures à 6*** sont considérées comme des indicateurs de grande biodiversité.

La distribution peut être comparée à la fois dans le temps (saisons) et dans l'espace (inter sites ou inter habitats). Ainsi, pour faire ressortir la similarité entre les habitats, nous avons utilisé les coefficients de Similarité de Stenhauss et de Jaccard respectivement exprimés par les relations suivantes :

$$S_{17} (x_1, x_2) = 2W/(A+B)$$

Avec W, la somme des valeurs minimales d'abondance entre les habitats ; A, la somme des abondances spécifiques du premier habitat et B, la somme des abondances spécifiques de l'autre habitat. Cet indice varie de « 0 » (peuplements complètement différents) à « 1 » (peuplements complètement identiques).

$$S_7 = a / (a+b+c)$$

Avec ***b*** le nombre d'espèces du site 1, ***c*** le nombre d'espèces du site 2 et ***a*** le nombre d'espèces communes aux deux sites. Cet indice permet d'évaluer l'affinité faunistique entre les sites/habitats. Il représente le nombre de cas de présence simultanée de deux espèces considérées, divisé par le nombre de cas où au moins l'une de deux est présente.

- **La constance**

La constance C est le rapport exprimé sous la forme de pourcentage, (DAJOZ, 1982), elle s'exprime de la manière suivante :

$$C=(P*100) / P'$$

Avec

P : Le nombre de relevés contenant d'espèces, P' : Le nombre de relevées effectuées.

En fonction de la valeur de C, on réparti les espèces 4 catégories :

C >= 50% : espèces constantes ; 25% < C < 50% : espèces accessoires ;

10% < C < 25% : espèces accidentelles et C < 10% : espèces sporadiques.

2.3.2. Analyses statistiques

Pour comparer la répartition spatio-temporelle des espèces, les données dans le logiciel Excel puis exporter dans le logiciel Past avec qui nous avons effectué les analyses factorielles de correspondance. Il était question de vérifié d'abord la distribution des espèces si elle est normale ou pas avec le test de Shapiro-Wilk dont le seuil de signification est de 0.05. Si la distribution est normale, il faut vérifier la distribution des espèces par saison avec le test de Kruskal-wallis et si les espèces ne sont pas normalement distribuées, l'on effectue l'analyse de variance (ANOVA a 1 facteur).

Nous avons par ailleurs, à l'aide du logiciel Past 2.17c, effectuer l'analyse factorielle de correspondance (AFC) ainsi que l'analyse de classification (Cluster analysis) pour comparer la répartition spatiale des amphibiens dans les principaux habitats étudiés de deux blocs.

Troisième Chapitre : RESULTATS

Les résultats relatifs à la composition et la structure comparées des peuplements d'Amphibiens dans la RF de Yoko sont présentés ici sous forme des tableaux et figures.

3.1. Composition des peuplements d'Amphibiens collectés dans la RFY

Les tableaux (1) et (2) présentent les données relatives à la composition spécifique et l'importance numérique des Amphibiens collectés dans les différents habitats au sein des deux blocs de la RF de Yoko. Ils traduisent que les sessions d'échantillonnage ont fourni au total 2217 spécimens (dont 1042 dans le bloc Nord et 1175 dans le bloc Sud) répartis en 31 espèces et 10 familles. Tous les individus enregistrés appartiennent à l'ordre des Anoures qui réunit crapauds, grenouilles et rainettes (images en annexe).

Tableau 1 : Composition spécifique et abondance des Amphibiens collectés dans le bloc Nord de la RF de Yoko

Famille	Espèce	Forêt	Lisière	Jachère	ni	Ar %
Hyperoliidae Laurent, 1943	*Afrixalus equatorialis* Laurent 1941	+	-	-	01	0.10
	Hyperolius hutsebauti Laurent 1956	+	-	+	03	0.29
	Hyperolius ocellatus Mocquard 1902	+	-	-	01	0.10
	Hyperolius platyceps Boulenger 1900	+	-	+	50	4.80
	Cryptothylax greshoffii Schilthuis 1889	-	-	+	01	0.10
	Afrixalus osorioi Ferreira 1906	+	-	+	13	1.25
Pyxicephalidae Bonaparte, 1850	*Amietia angolensis* Bocage 1866	+	-	+	05	0.48
Ranidae Rafinesque, 1814	*Amnirana albolabris* Bocage1866	+	+	+	217	20.83
Rhacophoridae, Hoffman, 1932	*Phlyctimantis verrucosus* Boulenger 1912	-	-	+	04	0.38
	Chiromantis rufescens Günther 1869	+	-	+	92	8.83
Dicroglossidae	*Hoplobatrachus occipitalis* Günther 1858	-	-	+	06	0.58
Arthroleptidae, Mivart, 1869	*Leptopelis calcaratus* Boulanger 1906	+	-	+	05	0.48
	Cardioglossa leucomystax Boulenger 1900	+	+	+	16	1.54
	Arthroleptis tuberosus Matschie 1893	+	+	+	08	0.77
	Arthroleptis variabilis Matschie 1893	+	-	+	02	0.19
	Leptopelis christyi Boulenger 1912	+	+	+	75	7.20
	Leptopelis millsoni Bocage 1895	+	+	+	68	6.53
	Leptopelis notatus Buchholz & Peters, 1875	+	+	+	16	1.54
	Leptopelis ocellatus Mocquard 1902	+	+	+	08	0.77
Phrynobatrachiidae, Laurent, 1941	*Phrynobatrachus auritus* Boulenger 1900	+	+	+	204	19.58
	Phrynobatrachus permalmatus Boulenger, 1898	+	-	+	07	0.67
Ptychadenidae, Dubois, 1987	*Ptychadena aequiplicata* Werner, 1898	+	-	+	05	0.48
	Ptychadena christyi Boulenger. 1919	+	+	+	62	5.95
	Ptychadena mascareniensis Duméril & Bibron, 1841	+	+	+	108	10.36
	Ptychadena perreti Guibe & Lamotte, 1958	+	+	+	27	2.59
Bufonidae Gray, 1825	*Sclerophrys gracilipes* Boulanger, 1899	-	-	+	03	0.29
	Nectophryne batesii Boulenger 1913	+	-	-	01	0.10
	Sclerophrys pusilla Boulanger, 1899	-	+	+	15	1.44
	Sclerophrys regularis Reuss, 1833	-	-	+	01	0.10
Pipidae, Gray, 1825	*Xenopus pygmaeus* Loumont, 1986	+	-	+	18	1.73
10 Familles	**30 Espèces**	**24**	**27**	**12**	**1042**	**100**

Légende : + Présence, - absence, ni : Nombre d'individus, Ar : Abondance relative

Il ressort du tableau (1) que les 1042 spécimens collectés dans le bloc Nord de la RF de Yoko sont réunis dans 30 espèces et 10 familles parmi lesquelles les Arthroleptidae (8 espèces) et Hyperolidae (6 espèces) sont les plus diversifiées. Les familles Pyxicephalidae et Ranidae sont les moins diversifiées (monospécifiques).

Les espèces *Amnirana albolabris* (20.83%), *Phrynobatrachus auritus* (19.58%) et *Ptychadena mascareniensis* (10.36%) sont les plus abondantes dans le bloc Nord de la RF de Yoko.

Par ailleurs, les espèces *Afrixalus equatorialis* (0.10%), *Afrixalus osorioi* (1.25%), *Amietia angolensis* (0.48), *Arthroleptis variabilis* (0.19%), *Arthroleptis tuberosus* (0.77%), *Cryptothylax greshoffii* (0.10%), *Hoplobatrachus occipitalis* (0.58%), *Hyperolius hutsebauti* (0.29), *Hyperolius ocellatus* (0.10%), *Leptopelis ocellatus* (0.77%), *Nectophryne batesii* (0.10%), *Phlyctimantis verrucosus* (0.38%) *Phrynobatrachus perpalmatus* (0.68%), *Ptychadena aequiplicata* (0.48%), *Sclerophys gracilipes* (0.29%), *Sclerophys regularis* (0.10%) sont moins abondantes dans ce bloc.

Les espèces *Amnirana albolabris, Cardioglossa leucomystax, Arthroleptis tuberosus, Leptopelis christyi, Leptopelis millsoni, Leptopelis notatus, Leptopelis ocellatus, Phrynobatrachus auritus, Ptychadena mascareniensis et Ptychadena perreti* sont présentes dans tous les types d'habitats. Toutes les autres espèces exploitent un nombre réduit des habitats exploités dans ce bloc.

Tableau 2 : Composition spécifique et abondance des Amphibiens collectés dans le bloc Sud de la RF de Yoko

Famille	Espèce	Forêt	Lisière	Jachère	ni	Ar (%)
Hyperoliidae, Laurent 1943	*Afrixalus osorioi* Ferreira, 1906	+	-	+	03	0.26
	Hyperolius ocellatus Mocquard, 1902	-	+	-	01	0.09
	Hyperolius platyceps Boulenger, 1900	+	+	+	10	0.85
	Cryptothylax greshoffii Schilthuis, 1889	+	-	-	01	0.09
	Afrixalus quadrivitatus Werner, 1908	-	+	+	03	0.26
Pyxicephalidae, Bonaparte, 1850	*Amietia angolensis* Bocage, 1866	-	-	+	16	1.36
Ranidae, Rafinesque, 1814	*Amnirana albolabris* Hallowell, 1856	+	+	+	631	53.70
Rhacophoridae, Hoffman, 1932	*Chiromantis rufescens* Günther, 1869	+	+	+	45	3.83
Dicroglossidae	*Hoplobatrachus occipitalis* Günther, 1858	+	+	-	03	0.26
Arthroleptidae, Mivart, 1869	*Leptopelis calcaratus* Boulenger, 1906	+	-	+	16	1.36
	Arthroleptis tuberosus Matschie, 1893	+	+	-	05	0.43
	Arthroleptis variabilis Matschie, 1893	+	-	+	05	0.43
	Cardioglossa leucomystax Boulenger, 1900	+	+	+	51	4.34
	Leptopelis christyi Boulenger, 1912	+	+	+	26	2.21
	Leptopelis millsoni Bocage, 1895	+	+	+	64	5.45
	Leptopelis notatus Buchholz & Peters, 1875	+	+	+	10	0.85
	Leptopelis ocellatus Mocquard, 1902	+	+	+	08	0.68
Bufonidae Gray, 1825	*Sclerophrys gracilipes* Boulanger 1899	+	+	+	08	0.68
	Sclerophrys pusilla Boulanger, 1899	+	+	+	56	4.77
	Sclerophrys regularis Reuss, 1833	-	+	+	05	0.43
	Nectophryne batesii Boulenger, 1913	-	+	-	01	0.09
Phrynobatrachiidae, Laurent, 1941	*Phrynobatrachus auritus* Boulenger, 1900	+	+	+	96	8.17
	Phrynobatrachus permalmatus Boulenger, 1898	-	-	+	02	0.17
Ptychadenidae, Dubois, 1987	*Ptychadena christyi* Boulenger, 1919	+	+	+	36	3.06
	Ptychadena mascareniensis Duméril & Bibron, 1841	+	+	+	42	3.57
	Ptychadena perreti Guibé & Lamotte, 1958	+	+	+	29	2.47
Pipidae, Gray, 1825	*Xenopus pygmaeus* Loumont, 1986	+	-	-	02	0.17
10 familles	**27 espèces**	**21**	**21**	**20**	**1175**	**100**

Légende : + Présence, - absence, ni : Nombre d'individus, Ar : Abondance relative

Il ressort du tableau (2) que les 1175 spécimens collectés dans le bloc Sud de la RF de Yoko sont réunis dans 27 espèces et 10 familles parmi lesquelles les Arthroleptidae (8 espèces) et Hyperolidae (5 espèces) sont les plus diversifiées. Les familles Pipidae, Dicroglossidae, Rhacophoridae, Pyxicephalidae et Ranidae sont les moins diversifiées (monospécifiques).

Les espèces *Amnirana albolabris* (53.70%) est la seule espèce plus abondante dans le bloc Sud de la RF de Yoko.

Par ailleurs, les espèces *Afrixalus osorioi* (0.26%), *Arthroleptis variabilis* (0.43%), *Arthroleptis tuberosus* (0.43%), *Cryptothylax greshoffii* (0.09%), *Hoplobatrachus occipitalis* (0.26%), *Hyperolius ocellatus* (0.09%), *Leptopelis calcaratus* (1.36%), *Leptopelis ocellatus* (0.68%), *Nectophryne batesii* (0.09%), *Phrynobatrachus perpalmatus* (0.17%), *Ptychadena christyi* (3.06%), *Sclerophys gracilipes* (0.68%), *Sclerophys regularis* (0.43%) sont les espèces moins abondantes dans ce bloc.

Les espèces *Hyperolius platyceps*, *Amnirana albolabris*, *Chiromantis rufescens*, *Cardioglossa leucomystax*, *Leptopelis christyi*, *Leptopelis millsoni*, *Leptopelis notatus*, *Leptopelis ocellatus*, *Sclerophrys gracilipes*, *Sclerophrys pusilla*, *Phrynobatrachus auritus*, *Ptychadena christyi*, *Ptychadena mascareniensis*, *Ptychadena perreti* sont ubiquistes (présentes dans tous les types d'habitats exploités) au sein de ce bloc. Toutes les autres présentent des préférences en fonction des habitats.

3.2.Constance des espèces dans les habitats

La constance des espèces au sein des stations ou habitats exploités (Forêts, Jachères et Lisières) a été calculée dans les deux blocs de la R F Yoko. Le résultat est repris dans le tableau3 ci-bas.

Ce tableau montre que dans le peuplement des amphibiens de Yoko, 23 espèces sont constantes, 6 sont accessoires et deux sont accidentelles. Les espaces constantes sont *Afrixalus osorioi*, *Amietia angolensis*, *Amnirana albolabris*, *Arthroleptis tuberosus*, *A. variabilis*, *Cardioglossa leucomystax*, *Chiromantis rufescens*, *Hoplobatrachus occipitalis*, *Hyperolius platyceps*, *Leptopelis calcaratus*, *L. christyi*, *Leptopelis millsoni*, *Leptopelis notatus*, *Leptopelis ocellatus*, *Phrynobatrachus auritus*, *P. permalmatus*, *Ptychadena christyi*, *P. mascareniensis*, *P. perreti*, *Sclerophrys gracilipes*, *S. pusilla*, *Sclerophrys regularis* et *Xenopus pygmaeus*

Cependant, les espèces *Afrixalus quadrivitatus*, *Cryptothylax greshoffii*, *Hyperolius hutsebauti*, *H. ocellatus*, *Nectophryne batesii*, *Ptychadena aequiplicata* sont accessoires et les espèces Afrixalus *equatorialis* et *Phlyctimantis verrucosus* sont accidentelles.

Tableau 3 : Constance des espèces dans les habitats de la RF Yoko.

Especes	Fo/N	Fo/S	Ja/N	Ja/S	Ls/N	Ls/S	Total	Constance
Afrixalus equatorialis	1						1	17
Afrixalus osorioi	5	1			8	2	16	67
Afrixalus quadrivitatus				2		1	3	33
Amietia angolensis	2				3	16	21	50
Amnirana albolabris	89	226	4	17	124	388	848	100
Arthroleptis tuberosus	5	4	1	1	2		13	83
Arthroleptis variabilis	1	1			1	4	7	67
Cardioglossa leucomystax	7	9	1	2	8	40	67	100
Chiromantis rufescens	11	14		12	81	19	137	83
Cryptothylax greshoffi		1			1		2	33
Hoplobatrachus occipitalis		2		1	6		9	50
Hyperolius hutsebauti	1				2		3	33
Hyperolius ocellatus	1			1			2	33
Hyperolius platyceps	23	6		1	27	3	60	83
Leptopelis calcaratus	3	8			2	8	21	67
Leptopelis christyi	52	16	7	4	16	6	101	100
Leptopelis millsoni	43	33	1	5	24	26	132	100
Leptopelis notatus	9	2	1	2	6	6	26	100
Leptopelis ocellatus	4	3	1	2	3	3	16	100
Nectophryne batesii	1			1			2	33
Phlyctimantis verrucosus					4		4	17
Phrynobatrachus auritus	147	56	5	4	52	36	300	100
Phrynobatrachus permalmatus	1				6	2	9	50
Ptychadena aequiplicata	1				4		5	33
Ptychadena christyi	1	2	6	15	55	19	98	100
Ptychadena mascareniensis	11	3	4	10	93	29	150	100
Ptychadena perreti	9	3	1	4	17	22	56	100
Sclerophrys gracilipes		3		1	3	4	11	67
Sclerophrys pusilla		5	4	24	11	27	71	83
Sclerophrys regularis				4	1	1	6	50
Xenopus pygmaeus	1	2			17		20	50
Total	**429**	**400**	**36**	**113**	**577**	**662**	**2217**	100

3.3.Structure des peuplements

La structure d'un peuplement représente la manière dont les espèces sont organisées dans cette communauté. Le tableau (4) présente la manière dont sont structurés les peuplements d'Amphibiens collectés dans les deux blocs (Nord et Sud) de la RF de Yoko.

Tableau 4 : Indices de diversité des peuplements d'Amphibiens collectés dans la RF de Yoko. Fo/N : Forêts du bloc Nord, Ls/N : zones de lisière du bloc Nord, Ja/N : Jachères du bloc Nord ; Fo/S : Forêts du bloc Sud, Ls/S : zones de lisière du bloc Sud.

Indices	Bloc Nord			Bloc Sud		
	Fo/N	Ls/N	Ja/N	Fo/S	Ls/S	Ja/S
Taxa_S	24	27	12	21	21	20
Individuals	429	577	36	400	662	113
Dominance_D	0.19	0,11	0.12	0.35	0.35	0.11
Simpson_1-D	0.80	0,88	0.87	0.64	0.64	0.88
Shannon_H	2.08	2.50	2,22	1.67	1.74	2.48
Margalef	3.79	4.08	3.07	3.33	3.07	4.01
Equitability_J	0.65	0.75	0.89	0.55	0.57	0.82

Les données du tableau (4) montrent que les zones de lisières ont été les habitats les plus échantillonnés dans les deux blocs de la RF de Yoko. Elles ont fourni le plus d'individus dans le bloc Sud 662 individus contre 577 individus dans le bloc Nord. Les jachères dans les deux blocs ont été les moins échantillonnées : 36 individus dans le bloc Nord contre 113 individus dans le bloc Sud. Disons aussi que la richesse spécifique est restée faible dans les jachères que dans les autres habitats au sein des deux blocs (20 espèces dans le bloc Sud contre 12 seulement dans le bloc Nord). Cette richesse spécifique est élevée dans les lisières du bloc Nord (27 espèces) par rapport aux habitats adjacents.

Dans les deux blocs, tous les habitats paraissent diversifiés (H'> 1,5) et les espèces ont presque la même abondance (E> 0,5). La probabilité de prélever dans un habitat deux individus pouvant appartenir à une même espèce est faible dans tous les habitats dans les deux blocs (D< 40%). Alors que celle de prélever dans un habitat deux individus pouvant appartenir à deux espèces différentes est forte dans tous les habitats exploités dans les deux blocs (1-D> 60%). Il sied d'ajouter aussi qu'à partir de l'indice de Margalef, les habitats sont diversifiés et peuvent être considérer comme indicateurs de grande diversité biologique.

3.4.Similarités entre les habitats exploités dans les deux blocs de la RF de Yoko

Les ressemblances entre les habitats en termes de composition spécifique ont été estimées par le coefficient de similarité de Jaccard (tableau 5) et de Stenhauss (tableau 6).

Tableau 5 : Similarités calculées avec l'indice de Jaccard entre les habitats exploités dans les deux blocs

Indice de Jaccard						
	Bloc Nord			**Bloc Sud**		
	Jachère	Lisière	Forêt	Jachère	Lisière	Forêt
Jachère	**1,00**	0,24	0,23	**1,00**	0,29	0,30
Lisière		**1,00**	0,30		**1,00**	0,29
Forêt			**1,00**			**1,00**

Tableau (6) : Similarités calculées avec l'indice de Stenhauss entre les habitats exploités dans les deux blocs

Indice de Stenhauss						
	Bloc Nord			**Bloc Sud**		
	Jachère	Lisière	Forêt	Jachère	Lisière	Forêt
Jachère	**1,00**	0,87	0,12	**1,00**	0,27	0,25
Lisière		**1,00**	0,53		**1,00**	0,66
Forêt			**1,00**			**1,00**

Du tableaux (4), l'on note qu'à partir de l'indice de Jaccard, les faibles similarités sont observées entre les zones de lisières et les forêts dans le bloc Nord (30%) mais aussi entre les jachères et les forêts dans le bloc Sud (30%). Les faibles valeurs de similarités sont aussi observées entre les jachères et les forêts (23%) dans le bloc Nord, mais également entre les jachères et les lisières (29%) et entre ces lisières et les forêts (29%) dans le bloc Sud.

Du tableau qu'à partir de l'indice de Stenhauss, les fortes similarités sont observées entre les jachères et les zones de lisières dans le bloc Nord (87%), aussi entre les forêts et les zones de lisières dans le bloc Sud (66%) ; tandis que les faibles valeurs de similarités sont observées entre les jachères et les différents blocs de forêt primaire (12 et 25%).

3.5. Comparaisons de la composition des peuplements des habitats et blocs

Les données relatives à la comparaison de la composition des peuplements des Amphibiens dans différents habitats des deux blocs de la RF de Yoko sont présentées dans la figure (2).

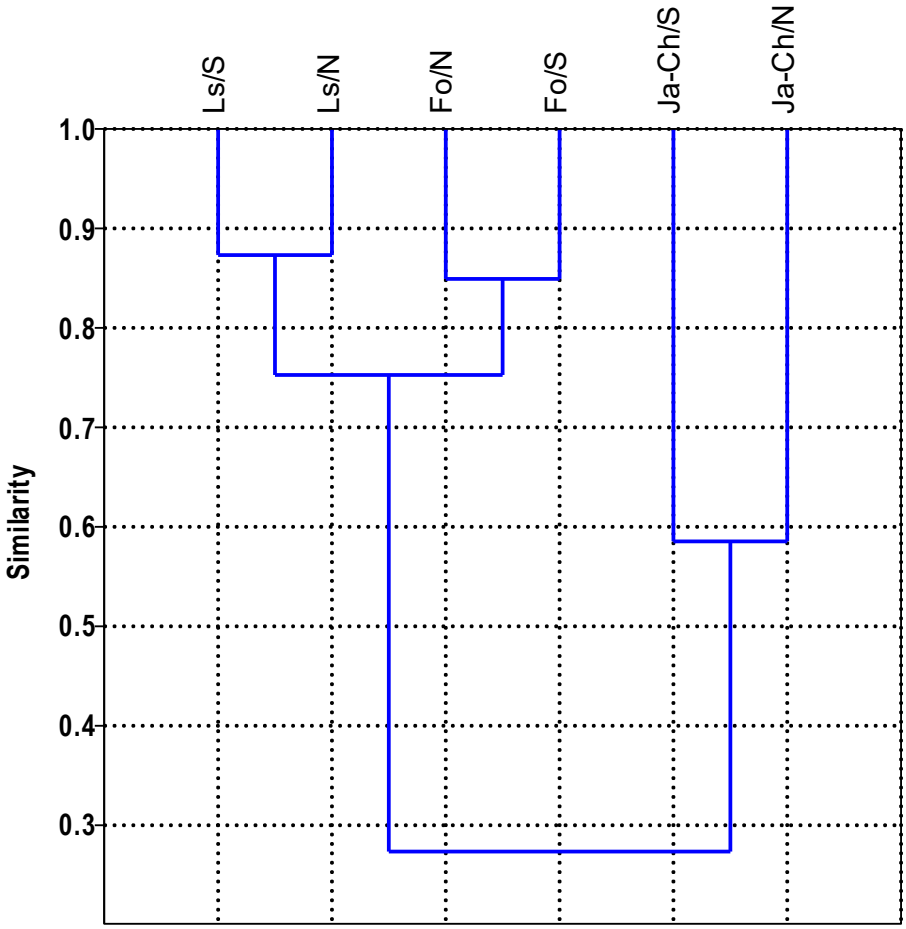


Fig 2 : Dendrogramme de la composition spécifique comparée entre les habitas du bloc Nord et Sud de la RF Yoko (indice de Bray Curtis).

Légende : Ja-Ch/N : Jachère et Champ du bloc Nord ; Ls/N : Lisières du bloc Nord ; Fo/N : Forêts du bloc Nord ; Jachère-Champ/S : Jachères du Bloc Sud ; Ls/S : Lisières du bloc Sud et Fo/S : Forêts du bloc Sud.

Les données de la figure (2) indiquent que la composition spécifique des habitats anthropisés dans les deux blocs (Ja-Ch/N et Ja-Ch/S) sont similaires. De même, les forêts et lisières du bloc Sud (Fo/S et Ls/S) présentent des similarités entre elles en ce qui concerne la composition spécifique. Elles sont à leur tour similaires avec les zones de lisières et les forêts dans le bloc Nord (Ls/N et Fo/N), mais restent distantes des jachères des deux blocs (Ja-Ch/N et Ja-Ch/S).

3.6. Comparaison de la structure des peuplements dans les habitats exploités dans la RF de Yoko

Les données qui permettent la comparaison de la structure des peuplements dans les habitats exploités au sein des deux blocs de la RF de Yoko sont fournies dans les figures (3) et (4):

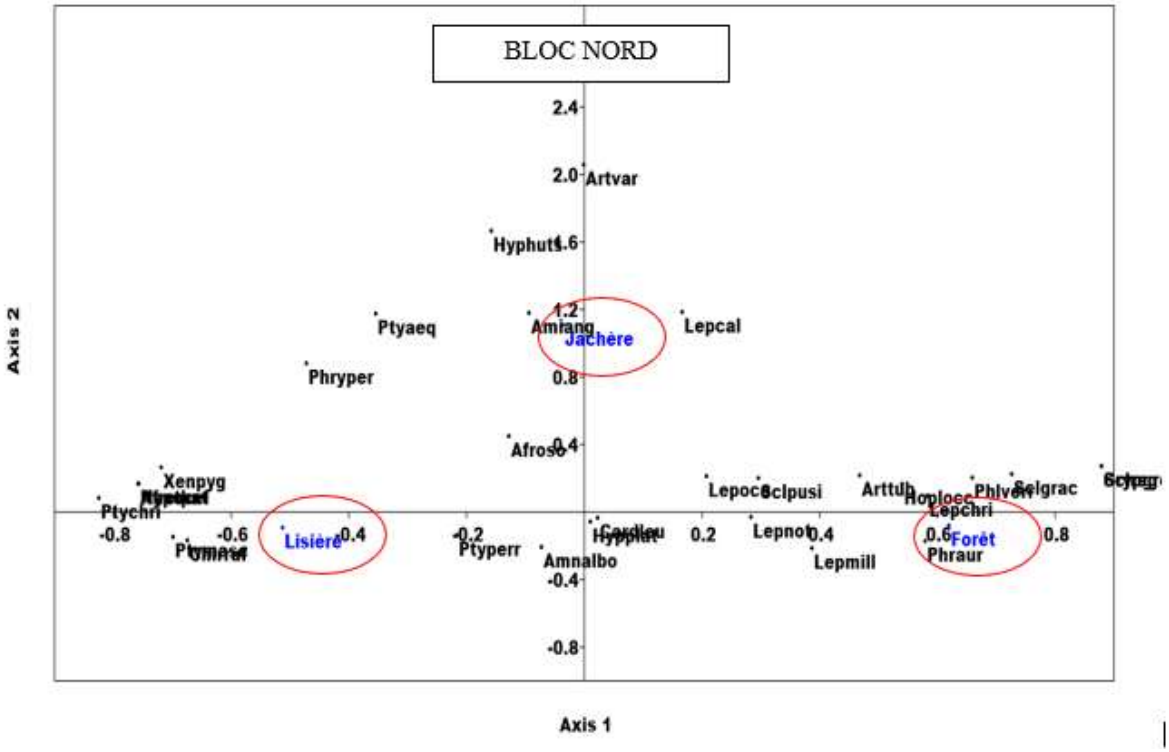


Fig 3 : AFC de la composition des peuplements Amphibiens dans les habitats du bloc Nord

La figure (3) indique que dans le bloc Nord, les espèces *Arthroleptis variabilis, Hyperolius hutsebauti, Ptychadena aequiplicata, Amitia angolensis et Leptopelis calcaratus* sont absentes dans les habitats anthropisés (jachères). Par contre, les espèces *Afrixalus osorioi*, *Amnirana albolabris*, *Arthroleptis tuberosus*, *Arthroleptis variabilis*, *Cardioglossa leucomystax*, *Chiromantis rufescens*, *Hyperolius hutsebauti*, *Hyperolius ocellatus*, *Hyperolius platyceps*, *Leptopelis calcaratus*, *Leptopelis christyi*, *Leptopelis millsoni*, *Leptopelis notatus*, *Leptopelis ocellatus*, *Phrynobatrachus auritus*, *Phrynobatrachus permalmatus*, *Ptychadena aequiplicata*, *Ptychadena christyi*, *Ptychadena mascareniensis*, *Ptychadena perreti*, *Sclerophrys gracilipes*, *Sclerophrys regularis* et *Xenopus pygmaeus* sont ubiquistes avec certaines particularités dans les habitats non anthropisées (forets) et les lisières.

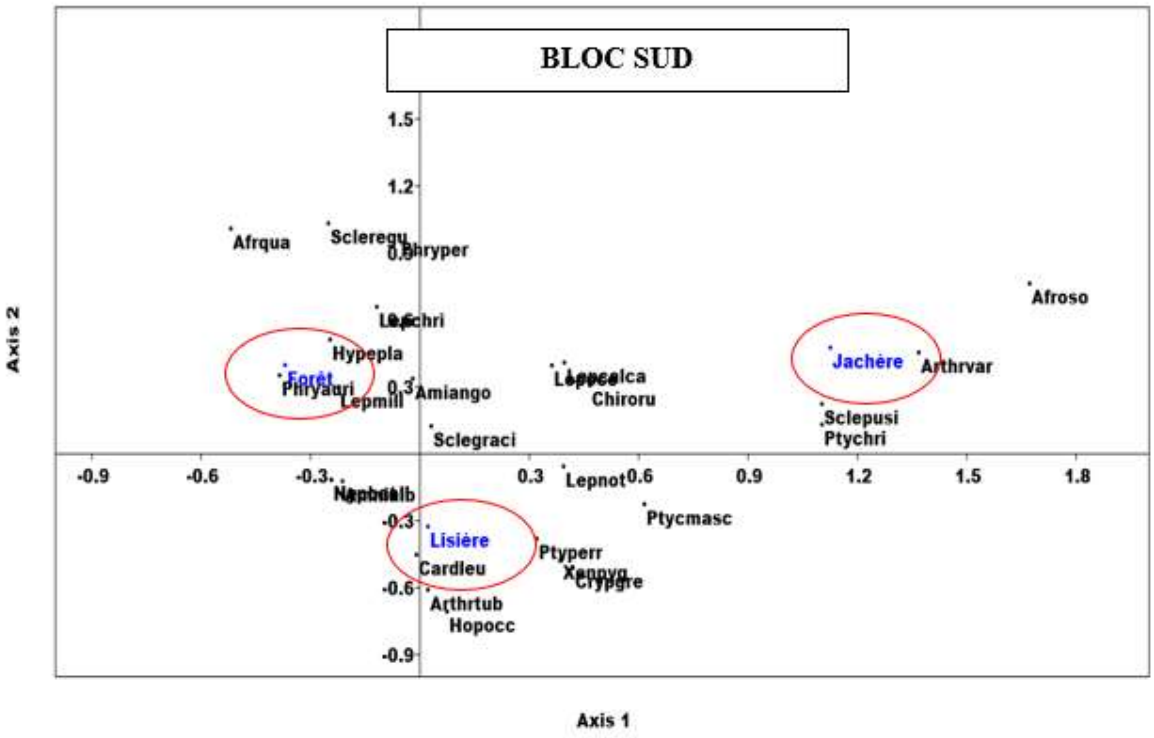


Fig 4 : AFC de la Composition des peuplements Amphibiens dans les habitats du bloc Sud de la RFY

La figure (4) indique que dans le bloc Sud de la RF de Yoko, les espèces *Afrixalus quadravitatus, Sclerophrys aequiplicata, Phrynobatrachus permaltus, Hyperolius platyceps Afrixalus ossorioi* et *Leptopelis christyi* sont absentes dans les habitats anthropises (jachères) et non anthropises (forêts).

Par ailleurs, les espèces *Amnirana albolabris*, *Leptopelis millsoni*, *Leptopelis notatus*, *Nectophryne batesii*, *Phrynobatrachus auritus*, *Ptychadena christyi*, *Ptychadena mascareniensis*, *Sclerophrys gracilipes* et *Sclerophrys pusilla* sont ubiquistes avec quelques particularités.

3.7.Variabilité spatio-temporelle des espèces dans les habitats de deux blocs

Les abondances des espèces dans les habitats exploités ont été comparées dans les 4 saisons qui caractérisent la région : SS1 : première saison sub-sèche ; SP1 : première saison pluvieuse ; SS2 : deuxième saison sub-sèche et SP2 : deuxième saison pluvieuse. Les résultats sont repris dans les figures (5) et (6) :

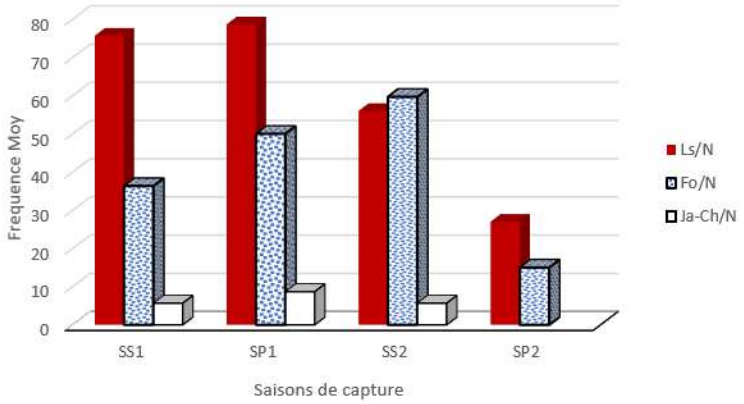


Fig 5 : Répartition spatio-temporelle des Amphibiens dans les habitats du bloc Nord

La figure (5) révèle que dans le Bloc Nord, il y a une différence très hautement significative ($p = 0.0001<0.001$) dans la répartition spatio-temporelle des Amphibiens de sorte que les lisières contiennent une grande abondance spécifique (75.6% en SS1, 78.6% en SP1, 56% en SS2 et 27% en SP2) suivi des Forêts (36.3% en SS1, 50% en SP1, 59,7% en SS2 et 15 % en SP2) et en fin les Jachères-Champs (5,6% en SS1, 8.65% en SP1 et 5.6 5% en SS2).

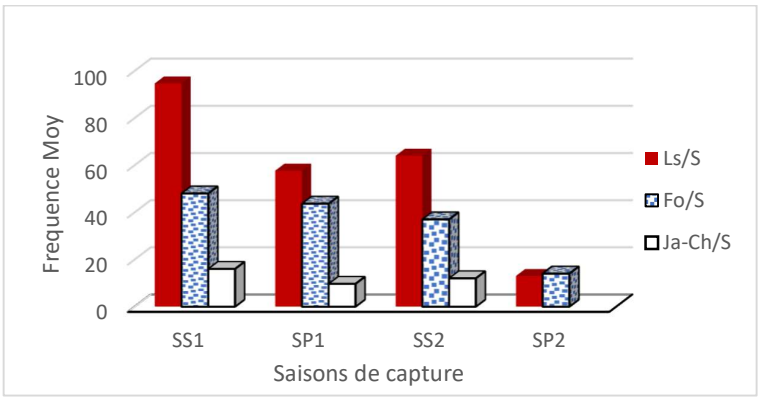


Fig 6 : Répartition spatio-temporelle des Amphibiens dans les habitats du bloc Sud de la RF de Yoko

La figure (6) révèle que dans le Bloc Sud, il y a une différence très significative ($p = 0.0018<0.01$) dans la répartition spatio-temporelle des Amphibiens de sorte que les Lisières contiennent une grande abondance spécifique (95% en SS1, 58% en SP1, 64% en SS2 et 13% en SP2) suivi des Forêts (48% en SS1, 44% en SP1, 37% en SS2 et 14 % en SP2) et en fin les Jachères-Champs (16% en SS1, 9.67% en SP1 et 12% en SS2).

Quatrième Chapitre : DISCUSSION

- Composition des peuplements

Cette étude sur la composition et la structure comparées des peuplements d'Amphibiens le long d'un gradient de dégradation forestière dans la RF de Yoko révèle une diversité élevée au sein de différents habitats exploités (31 espèces) dont 30 dans le Bloc Nord et 27 dans le Bloc Sud. Les espèces *Amnirana albolabris*, *Phrynobatrachus auritus*, *Leptopelis christyi* sont abondantes en forêt, lisière et jachère au bloc Nord sauf *Chiromantis rufescens* qui est absente dans les lisières alors que les espèces *Afrixalus equatorialis, Afrixalus osorioi, Arthroleptis variabilis, Nectophryne batesii, Sclerophrys regulari, Leptopelis calcaratus, Phlyctimantis verrucosus*, *Ptychadena aequiplicata*, *Sclerophrys gracilipes* sont moins rares. Dans le bloc Sud, les espèces Hyperolius platyceps, Amnirana albolabris, Chiromantis rufescens, Cardioglossa leucomystax, Leptopelis christyi, *Leptopelis millsoni, Leptopelis notatus et Leptopelis ocellatus, Sclerophrys pusilla, Phrynobatrachus auritus, Ptychadena christyi, Ptychadena mascareniensis et Ptychadena perreti sont communes alors que Xenopus pygmaeus, Nectophryne batesii, Afrixalus quadrivitatus, Cryptothylax greshoffii, Hyperolius platyceps, Hyperolius ocellatus et Afrixalus ossorioi* sont rares.

Nos résultats sont en conformité avec ceux de Badjedjea (2015) qui avait inventorié 29 espèces réparties dans 11 genres et 7 familles, pourtant Musubaho *et al.* (2021) ont enregistré 30 espèces dans la région de Kisangani. Notre étude traduit une richesse spécifique élevée par rapport aux résultats fournis par les travaux antérieurs. Cela peut être dû à l'effort d'échantillonnage sur le terrain, le nombre des sites d'échantillonnage, à la période de récolte qui étaient retenus pour notre étude mais aussi du niveau de dégradation encore faible.

En Afrique, nos résultats diffèrent peu de ceux de Jackson & Blackburn (2007) qui ont identifié 20 espèces en République du Congo contre 16 espèces qui ont été enregistrées dans les forêts humides semi-décidues au Ghana (Yahaya *et al.*, 2013). Dans les localités au Nord de l'Algérie, 6 espèces ont été identifiées (Amrouche-Larabi, Denys 2015), contrairement à Tlidjane *et al* (2019) qui ont récemment souligné l'existence de 7 espèces dans la partie Nord-Est de l'Algérie.

Les travaux déjà réalisés confirment notre première hypothèse selon laquelle dans les conditions de perturbations des habitats naturels, les Amphibiens dans la RF de Yoko, à l'instar de ceux vivant dans d'autres forêts en RD Congo, sont diversifiés dans les deux blocs. L'abondance des espèces d'Amphibiens collectés dans la RFY a révélé la différence entre les habitats : les habitats moins dégradés (forêts) et les zones de lisière sont plus diversifiés

en espèces d'Amphibiens dans la RF de Yoko. Cela est contraire aux observations faites sur les Rongeurs dans la région de Kisangani (Kennis, 2012) selon lesquelles les milieux anthropisés (jachères) sont reconnus comme leurs habitats de prédilection, leur fournissant nourriture et abri nécessaires.

Par ailleurs, Badjedjea (2015) avait trouvé des résultats similaires avec les nôtres dans les forêts primaires et secondaires de la région de Kisangani où il avait signalé une diversité spécifique élevée des Amphibiens. Récemment, Musubaho *et al.* (2021) ont conclu que dans les régions de Butembo, Mambasa et Kisangani, les habitats non anthropisés (dont les forêts) sont riches en espèces d'Amphibiens et que cette diversité varie en fonction de l'anthropisation de l'habitat.

Cela confirme notre deuxième hypothèse selon laquelle, la composition et la structure dans les deux blocs de la RFY varient en fonction du niveau de perturbation du milieu et que la diversité diminue le long du gradient de perturbation. Ce qui traduit à dire que les habitats moins perturbés (forets) et les zones de transition (lisières) sont plus diversifiés que les habitats perturbés (jachères) par l'homme à travers ses activités.

En comparant les deux blocs, nos résultats indiquent que la composition spécifique dans les deux blocs (Nord et Sud) de la RFY est différente dans les jachères, les lisières et les forêts.

- Structure de peuplement

Dans le bloc Sud, la composition spécifique du peuplement des Amphibiens au sein des milieux dégradés (jachères) est différente à celle des milieux non dégradés (forêts) ainsi que celle des zones de lisières. Ces deux types d'habitats présentent de similarités avec les forêts du bloc Nord qui sont tous distants des milieux dégradés (Ja-Ch/N et Ja-Ch/S) des deux blocs de la RF de Yoko.

Un tel constat avait déjà été réalisé par Tumushimire *et al* (2020) au Rwanda selon lequel la composition des espèces est homogène dans les zones dégradées distinctes. Cela est issu probablement d'au moins trois processus dont le filtrage de l'environnement par la disparition des forêts galeries (Guerra & Aráoz, 2015, Ribeiro *et al.*, 2017a, b), la compétition locale entre espèces occupant des niches similaires (Cadotte *et al.*, 2017a, Tucker, 2017) et la dispersion ou invasion le long de l'interconnexion comme l'avait souligné (Cambrezy, 1981).

A Yoko, l'on peut trouver les espèces suivantes en abondance et qui caractérisent les jachères du bloc Nord : *Arthroleptis variabilis, Hyperolius Hutsebauti, Ptychadena aequiplicata, Amnirana angolensis, Leptopelis calcaratus, Phrynobatrachus permaltus* et *Afrixalus ossorioi* et dans le bloc sud, les espèces *Afrixalus ossorioi, Arthroleptis variabilis, Sclerophys pusilla, Leptopelis calcaratus*. Nos résultats sont proches à ceux de Musubaho (2015) dans

la RF de Masako qui ont souligné la présence de *Ptychadena aequiplicata* dans les jachères. Dans un passé récent, Frétey *et al.* (2000) avaient déjà souligné que *Ptychadena mascareniensis* et *P. perreti* sont des espèces anthropophiles, leurs habitats préférés sont situés à côté de l'homme ou dans les endroits perturbés par ses activités.

Par ailleurs, nos résultats diffèrent de ceux de Howell (2010) selon lesquels *Amietophrynus maculatus* tolèrent les habitats dégradés et les champs agricoles ; Musubaho *et al* (2021) avaient aussi complété cette liste en soulignant que *Amietophrynus kisoloensis* et *Hoplobatrachus occipitalis* se révèlent uniquement présentes dans les habitats perturbés par l'homme.

Cette préférence des habitats dégradés par certaines espèces a déjà été attestée par plusieurs auteurs dont (Jackson & Blackburn, 2010). Cela peut être lié soit à la capacité de colonisation propre à chaque espèce, soit il serait le résultat d'un hasard de récentes colonisations (Vignoli et al., 2010) ou de la fragmentation des populations (El Hamoumi & Himm, 2010).

Les lisières étant des zones de contact entre les forêts et jachères, constituent l'habitat de certaines espèces dont elles sont caractéristiques et abondantes. Selon le paramètre d'occupation du sol et de couvert végétal, ces habitats sont considérés soit comme des zones intermédiaires ou zones de transition entre habitats adjacents (Jachères & Forêt), soit comme habitats distincts marqués par des caractéristiques écologiques propres et communes aux forêts et jachères, et que les espèces peuplent différemment (Bogaert. 2020).

Dans la RF de Yoko, l'on trouve les espèces *Ptychadena mascareniensis* et *Ptychadena perreti* au sein des lisières du bloc Nord et les espèces *Hoplobatrachus occipitalis, Artholeptis tuberosus, Cryptylax greshoffii, Cardioglossa leucomystax* au sein du même type d'habitats dans le bloc Sud. A Masako, Musubaho (2015) avait enregistré les espèces *Ptychadena christyi* et *P. perreti* au sein de la lisière qui traduit l'axe routier Kisangani-Buta, le long de la piste qui part de la station vers la rivière Tshopo, aux abords des flaques d'eau issues d'eau de pluie mais aussi aux limites des villages. Soulignons également qu'au-delà des forêts primaires, secondaires et des marécages en Afrique de l'Ouest et Centrale, Burger *et al.* (2006) avaient enregistré l'espèce *Amnirana albolabris*. Nous l'avons aussi enregistrée en abondance dans les lisières et les forêts.

Quant aux forêts de la RF de Yoko, elles sont caractérisées par les espèces *Afrixalus quadravitatus, Sclerophys aequiplicata, Phrynobatracus auritus, Hyperolius platyceps* et *Leptopelis millsoni*. Ces observations sont similaires à celles de Frétey *et al.* (2000) selon lesquelles *Afrixalus quadrivittatus, Hyperolius tuberculatus et Leptopelis aubryi* sont abondantes dans les habitats forestiers, non perturbés ; pourtant selon certains chercheurs

(lesquels), ces espèces sont considérées comme des espèces anthropophiles. Nous pensons que la présence et l'abondance des Amphibiens dans les habitats exploités au sein des six stations dans la RF de Yoko peut être justifiée par leur alimentation associée aux conditions écologiques des habitats. Elle est liée à leurs modes de vie auxquels sont associées les adaptations physiologiques (Sinsch *et al.*, 2017). Cela n'est pas le cas chez les Rongeurs dont la diversité est similaire entre les habitats et ne semble pas être influencée par ceux-ci vu le fait que ces espèces sont tolérantes aux perturbations (espèces à valence écologique élevée) et dépendantes des forêts (Kennis, 2012).

- Répartition spatio-temporelle

Dans le bloc Nord, les espèces ne sont pas normalement distribuées au sein de différents habitats (forêts, lisières et jachères) de sorte que la diversité est concentrée en lisière puis en forêt mais qu'elle est significativement faible en jachère durant toutes les saisons (SS1, SP1, SS2 et SP2). Cela prouve qu'il y a une différence très significative durant toutes les saisons (SS1, SP1, SP2, SS2).

Dans le bloc Sud, l'abondance est élevée en lisière durant toute les saisons (SS1, SP1, SS2 et SP2) puis en forêts et en jachères ou elle est faible durant toutes les saisons. Ces observations sont en conformité avec celles faites par Omogbai (2002) selon lesquelles les saisons pluvieuses sont les périodes d'abondance des Amphibiens.

Nous estimons que ceci serait dû à la présence permanente de l'eau car les Amphibiens se reproduisent en présence d'eau. Cela peut aussi être lié à la longue période d'échantillonnage afin d'établir les comparaisons (Jackson & Blackburn, 2007).

CONCLUSION

Dans le cadre de cette étude évaluant la composition et la structure du peuplement d'Amphibiens le long d'un gradient de dégradation forestière dans la Reserve Forestière de la Yoko ; nous concluons sur base des travaux de terrain que la Reserve forestière de la Yoko est hautement diversifiée en Amphibiens mais que cette diversité varie en fonction de dégradation du milieu et limitée par la rivière Yoko qui constitue une barrière écologique des quelques espèces qui ne se retrouvent que dans un seul bloc.

Dans cette réserve, les 31 espèces identifiées ont une assez large distribution, tolèrent différents niveaux de perturbations d'habitats et sont biogéographiquement intéressants pour apprécier la santé des écosystèmes parmi lesquels certains sont dégradés, d'autres non dégradés et d'autres encore considérés comme zones de contacts entre les deux (lisières).

Dans le bloc Nord de la Réserve Forestière de Yoko, la composition (30 espèces) varie de manière que les habitats non perturbés (24 espèces) ; les habitats dégradés (jachères) qui sont majoritaire possèdent une certaine diversité spécifique (12 espèces) mais que celle-ci n'est pas abondante et elle varie très significativement (p value = 0.0001) de saisons pluvieuses aux saisons sèches et (27 espèces) dans les lisières qui sont adjacentes aux précédents.

Par ailleurs, dans le bloc Sud, moins anthropisé, la composition spécifique (27 espèces) et l'abondance ne varient pas significativement (p value = 0.0018) durant toutes les saisons qu'en forêt (21 espèces), dans les zones de lisières (20 espèces) ainsi que dans les jachères (20 espèces).

Nous suggérons que les études approfondies soient menées dans la RF Yoko sur d'autres groupes zoologiques afin de mieux comprendre les réactions des communautés animales face aux activités anthropiques qui défient cette réserve.

REFFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Alford, R. A., and S. J. Richards. (1999). Global amphibian declines: A problem in applied ecology. Annual Review of Ecology and Systematics 30:130-170p.

Alroy J.2015. Current extinction rates of reptiles and amphibians. Proc Natl Acad Sci U S A. 2015 Oct 20;112(42):13003-8. doi: 10.1073/pnas. 1508681112.. PMID : 26438855 ; PMCID : PMC4620882.

Arlaud, C. & Peyrard, Y., 2011. Inventaire naturaliste des zones humides et du lit majeur des rivières Lez, Hérein, Coronne, opération B2-7, tranches 5, 80 pages.

Aroyo 2015. Truth Is a Lie: Crowd Truth and the Seven Myths of Human Annotation., Association for the Advancement of Artificial Intelligence. All rights reserved. ISSN 0738-4602

Badjedjea Babangenge, Gabriel. Akuboy, Bj. Masudi, Mf. Asimonyio, Ja. Museu, Kp. Ngbolua, Koto-Te-Nyiwa. 2015. A Preliminary Survey of the Amphibian Fauna of Kisangani Ecoregion, Democratic Republic of the Congo, JO - Journal of Advanced Botany and Zoology.

Badjedjea, 2017: Diversity of amphibians in the north-eastern Democratic Republic of the Congo, Memoire DES inédit, Fac. des Sciences, Rubi-Télé, Uma, Tshuapa-Lomani-Lualaba conservation Landscape, Kponyo, Yoko and Monbongo, 108p.

Behn, Mathias Becker, Sonja Burghof, Bodo M. Möseler, Daniel Kyalo Willy, Miguel Alvarez, 2018. Using vegetation attributes to rapidly assess degradation of East Africanwetlands, Ecological Indicators, 250259, ISSN :1470160X, https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.02.017. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X18300931), 89p.

Bogaert J., Beeckman H., De Canniere C., Defourny P., Ponette Q., 2020. Les forêts de la Tshopo : Ecologie, Histoire et Composition. Presses universitaires de Liège. Agronomie Gembloux. 352p. http://www.pressesagro.be/e-book/9782870161579.pdf

Boulenger, G.A., 1919. Batraciens et Reptiles recueillis par le Dr. C. Christy au Congo Belge dans les districts de Stanleyville, Haut-Uélé et Ituri en 1912-1914. Rev. Zool. Afr., 7 :1-29p.

Bounechada M., (2019). Les méthodes d'études et d'inventaire de la faune. SNV Sétif Algérie. 50p.

Burger, J.M.S., Hwangbo, D.S., Corby-Harris, V., Promislow, D.E.L. (2006). Functional senescence of dietarily restricted flies. *A. Dros. Res. Conf*. 47: 868C.

Cadotte, M. W. & C. M. Tucker 2017. Should environmental filtering be abandoned? – Trends in Ecology & Evolution, 32: 429–437.

Cambrezy, L. 1981. Conquête des marais au Rwanda et dynamique de population. – Études rurales, 83 : 45–67

Campbell. P., & Ondzeano, C. 2006. Impacts of Roads and Hunting on Central African Rainforest Mammals. Conservation Biology, 20 (4), 1251-1261, doi:10.1111/j.1523-1739.2006. 00420 x 2004.

Catenazzi A., 2015. State of the world's Amphibians. Department of zoology, Southern Illinois University. Annu. Rev. Environ. Resour. 2015. 40:91-119p.

Cerema. 2019. Amphibiens et dispositifs de franchissement des infrastructures de transport terrestre. Collection : Connaissances. ISBN : 978-2-37180-328-2

Channing, A., 2001. Amphibians of Central and Southern Africa, Comstock Publishing Associations, Ithaca and London, 455p.

Channing, A. & Howell, K., 2006. Amphibians of East Africa. Ed. Chimaira, 403p.

Channing, A & Rodel, M-O., 2019. Field guide to the Frogs & other Amphibians of Africa. Cape town. Struik Nature. Penguin Random. House, 408p.

Chapman & Chapman, 2003. Deforestation in Tropical Africa: Impact on aquatic ecosystems in conservation, Ecology and Management of African fresh waters, (ed) Crisman T.L Chapman, L.J, Chapman C.A. and Kaufman L.S. University Press of Florid. Pages: 229-246. Cushman, S.A., 2006. Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: a review and prospectus, Biological Conservation, 128, 231-240p.

COMIFAC. 2014. Rapport annuel. 38p.

Davies, G., (2004). La biodiversité des forêts d'Afrique : Manuel pratique de recensement des Vertébrés, 2ème Ed., Ed. Earthwatch Institute, Europe, 180p.

Dudgeon D., Arthington A., Gessner M., Kawabata Z., Knowler D., Leveque C., Naiman R., Prieur-Richard A., Soto D., Stiassny M., Sullivan C., 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. Biological Reviews, 81:163-182p.

Duellman, W.E & Trueb, L., 1986. Biology of Amphibians. Amphibia-Reptilia, 9(3), 319-321p. doi: https://doi.org/10.1163/156853888X00459.

Duellman, W.E & Trueb, L., 2003. Biology of Amphibians. The jhom Hopkins university press. Baltimore and London. ISBN:O-8018-4780.

Duellman et Trueb, 2007, Biology of Amphibians. New-York-St.Louis-San Fransisco 9McGraw-Hill Higher Education; First Edition ISB-10: 0070179778. 800p.

Durand, E., 2015. État des connaissances sur le Pélobate cultripède (*Pelobates cultripes* Cuvier, 1829 dans le Vaucluse. Volume 3. Nature de Provence.1-12p.

Ferreira RB, Beard KH, Crump ML (2016) Breeding Guild Determines Frog Distributions in Response to Edge Effects and Habitat Conversion in the Brazil's Atlantic Forest. PLoS ONE 11(6): e0156781. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156781

Fretéry, T., Dewynter, M. and Blanc, C., 2011. Amphibiens d'Afrique Centrale et d'Angola. Clé de détermination illustrée des Amphibiens du Gabon et du Mbini, Collection Parthénope, France, 179p.

Frétey, T, Dewynter M. & Blanc C.P., (2000). Amphibiens d'Afrique Centrale et d'Angola. Clé de détermination illustrée des Amphibiens du Gabon et du Mbini, Collection Parthénope, France, 179p.

Fortin D, Boyce MS, Merrill EH, Fryxell JM. (2004) Foraging costs of vigilance in large mammalian herbivores. Oikos 107: 172–180p. 10.1111/j.0030-1299.2004. 12976.x

Fortin D., Mark S.B, Merrill, E.H, Fryxell, J.M. 2004. Foraging costs of vigilance in large mammalian herbivores https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2004.12976.

Frost, Darrel, Grant, Taran; Faivovich, Julián; BAIN, RH; Haas, Alexander; HADDAD, CFB; Sá, Rafael; Channing, A., Wilkinson, Mark; Donnellan, Steve; Blotto, Boris L. 2006. The Amphibian Tree of Life. Vol-297p DO-10.1206/0003-0090(2006)297[0001: TATOL]2.0.CO;2. Bulletin of the American Museum of Natural History ER.

Galois, P. & Ouellet, M, 2006. Inventaire des Amphibiens et des Reptiles dans le secteur de Saint-Robert-Bellarmin en Estrie dans le Cadre d'un projet éolien. Rapport scientifique réalisé pour le Groupe Hémisphères. Amphibia-Nature, Montréal, Québec, 21p.

Géraldine Froger, Pierre Alexandre Maizière, Thomas Legrand. 2016. Paiements pour services environnementaux et vulnérabilité des populations locales dans les pays du Sud – Études de cas costaricien et congolais. *Développement durable et territoires*, Réseau « Développement durable et territoires fragiles », 7 (1), ⟨10.4000/developpementdurable.11087⟩. ⟨hal-01322922⟩

Gibbons, D.E. Scott, T.J. Ryan, K.A Buhlmann, T.D, Tuberville, B.S. Mets, J.L Greene, T. Mills, Y. Leiden, S. Poppy and C.T. Winne, 2000. The global decline of reptiles, déjà vu amphibians. Bio Science, 50: 640-646p.

Guerra, C. & E. Aráoz (2015): Amphibian diversity increases in a heterogeneous agricultural landscape. – Acta Ecological, 69: 78–86p

Guerry A.D. & Hunter J. 2002. Amphibian distributions in a landscape of forests and agriculture: an examination of landscape composition and configuration, Conservation Biology, 16, 745-754p.

Guillaume Calu, G., 2020. Ecologie appliquée : Les indices de diversité en écologie des écosystèmes. Observatoire de Biodiversité. Louenos nature.

Hiller et al, 2008. Évaluation préliminaire des Amphibiens de Fouta-Djalon, en Guinée. Inédit.

Jackson J. & Blackburn D., 2007, The amphibians and reptiles of Nouabale-Ndoki National Park, Republic of Congo. Salamandra 43 (3), 149-164p.

Houlahan, J.E., C.S. Findlay, B.R. Schmidt, A.H. Meyers and S.L. Kuzmin 2000. Quantitative evidence for global amphibian population declines. Nature, 404 : 752-755p.

Iyongo W.M., De Cannière C., Ulyel A., Dudu A., Bukasa K., Verheyen E. & Bogaert J., 2013, Effets de lisière et sexe-ratio de rongeurs forestiers dans un écosystème fragmenté en République Démocratique du Congo (Réserve de Masako, Kisangani). Tropicultura 31 (1), 3-9p.

Kabasele, 2018. Caractérisation des chablis dans la forêt de la réserve de Yoko en République Démocratique du Congo. Research gate. 36p. DOI: 10.13140/RG.2.2.15684.17284: https://www.researchgate.net/publication/336665126

Kahindo, M., 2011. Potentiel en produits forestiers autres que le bois d'œuvre dans les formations forestières de la région de Kisangani. Cas des rotins Eremospatha haullevilleana de Wild. et Laccosperma secundiflorum (P.Beauv.) Küntze de la Réserve Forestière de Yoko (Province Orientale, R.D. Congo). Thèse de Doctorat inédite, Fac. Sci., Kisangani, 269p.

Kambale, S. (1986). Aperçu sur la systématique et l'écologie des Amphibiens Anoures de Kisangani (Haut-Zaïre), TFE inédit, Fac. Sc., UNIKIS, 65p.

Kazadi, M.B. & Gevaerts, H., 1986. Notes préliminaires sur la batrachofaune de Masako (Kisangani, Zaïre), Fam. Pipidae, Bufonidae et Ranidae. Ann. Fac. Sci (N° Spécial) : 39-43p.

Kazadi, M.B., 2004 : Introduction aux Amphibiens forestiers de la République Démocratique (Afrique Centrale). TFC, Inédit, Musée de Tervuren, 295p.

Kennis, J., 2012. Study of tropical rainforest rodents: biodiversity and adaptation ability to changing habitats around Kisangani, DRC. PhD Thesis, Antwerpen, 154p.

Knapp, Jarred L; Bridges, Christopher R; Krohn, Janina; Hoffman, Louwrens C; Auerswald, Lutz (2016): The effects of hypercapnia on the West Coast rock lobster (Jasus lalandii) through acute exposure to decreased seawater pH-Physiological and biochemical responses. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 476, 58-64p.

Knoll Stephan. 2017, Nutrition oh the Titica water frog (Telmatobus culeus). Master dissertation. Faculty of veterinary medicine. Ghent university.44p.

Kombele, B. 2004. Diagnostic de la fertilité des Sols dans la Cuvette centrale congolaise. Cas des séries Yakonde et Yangambi. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique.421p.

Laurence, W.F., Croes, B.M, Tchignoumba, L., Lahm, S.A., Alonso, A., Lee, M.E., Belasen, A. M., Bletz, M.C., da Silva Leite, D., Toledo, L. F., James, T. Y. 2019. Long-term fragmentation is associated with reduced immunogenetic diversity and increased infections in amphibian hosts. Frontiers in Ecology and Evolution, 6, 1-2p. doi: 10.3389/fevo.2018.00236.

Magurran A.E., Baillie S.R., Buckland S.T., Dick J. McP., Elston D.A., Scott E.M., Smith R.I., Somerfield P.J., Watt A.D., 2010. Long-term datasets in biodiversity research and monitoring: assessing change in ecological communities through time. Trends in Ecology and Evolution, 25 :574 -582p.

Malonza, P. K. & M. Veith (2012): Amphibian community along elevational and habitat disturbance gradients in the Taita Hills, Kenya. – Herpetotropicos, 7: 7–16p.

Mate, M., 2001. Croissance, phytomasse et minéralomasse des haies des légumineuses améliorantes en cultures en allées à Kisangani (République Démocratique du Congo), Thèse inédite, ULB, 235p.

Morand A., Carsignol J., 2019. Amphibiens et dispositifs de franchissement des infrastructures de transport terrestre Cerema, Collection : Connaissances.58p. ISBN : 978-2-37180-328-2.

Mukinzi, I., 2014. Biodiversité et Ecologie des Musaraignes (Soricomorpha, Mammalia) de la Réserve Forestière de Yoko et des milieux perturbés environnants (Kisangani, RDC). Thèse Doct. Inédite, Fac.Sc. Unikis, Kisangani, 228p

Musubaho K., 2015. Diversité des Amphibiens dans les forêts de Kisangani et ses environs). Mémoire Master inédit, Fac. Sc., Université de Kisangani, 60p.

Musubaho Kako-Wanzalire, Léon Iyongo Waya Mongo, Marc Boketshu Ilonga, Joël Mbusa Mapoli, Jean-Louis Juakaly Mbumba, Sylvie Muhinda Neema, Guy-Crispin Gembu Tungaluna, JeanClaude Mukinzi Itoka & Jan Boga. 2021. Méta-analyse exploratoire des effets de perturbations anthropiques sur la diversité des amphibiens dans les stations de Kasugho, Butembo, Mambasa et Kisangani en République Démocratique du Congo. Tropicultura 2295-8010 Volume 39 (2021) Numéro 1, 19p.

Nshimba, S.W., 2008, Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts de l'Ile Mbiye à Kisangani. Thèse de Doctorat, inédite. ULB, 255p.

Omogbai E.K.I., Nworgu Z.A.M., Imhafidon M.A., Ikpeme A.A., Ojo D.O & Nwako C.N., 2002Snakes bites in Nigeria: A study of the prevalence and treatment in Benin City. Trop. J. Pharm. Research 1 (1), 39-44p.

Ouellet, M., J. Bonnin, J. Rodrigue, J-L, Desgranges & S. Lair, 1997. *Hindlimb deformities* (ectromedia, ectrodactyla) in free-living anurans from agricultural habitats. Journal of Wildlife Diseases, 33 : 95-104p.

Ouellet, M. & C. Leheurteux, 2007. Principes de conservation et d'aménagement des habitats des Amphibiens : Revue de littérature et recommandations suggérées pour la rainette faux-grillon de l'Ouest (Pseudacris triseriata). Amphibia-Nature et ministre des Ressources naturelles et de la faune, Direction du développement de la faune, Québec. 53p.

Pyron et Wiens, 2011. A large-scale phylogeny of Amphibia including over 2800 species, and a revised classification of extant frogs, salamanders, and caecilians Molecular Phylogenetics and Evolution Volume 61, Issue 2, 543-583p

Rault, P.A et al., 2011. Les serpents et lézards des Côtes d'Armor, Atlas préliminaire des Squamates, VivArmor Nature, Côtes d'Armor, 48p.

Ribeiro, J., G. R. Colli, J. P. Caldwell, E. Ferreira, R. Batista & A. Soares, 2017a. Evidence of neotropical anuran community disruption on rice crops: a multidimensional evaluation. – Biodiversity and Conservation, 26p: 3363–3383.

Ribeiro, J., G. R. Colli, R. Batista & A. Soares, 2017b. Landscape and local correlates with anuran taxonomic, functional and phylogenetic diversity in rice crops. – Landscape Ecology, 32p: 1599–1612

Sabongo, P., 2015. Etude comparative de la structure et de la diversité des forêts à *Gilbertiodendron dewevrei* (De wild.) J. Léonard des régions de Kisangani et de l'Ituri (R. D. Congo). Thèse inédite, Fac. Des sciences, Unikis, Kisangani, 103p.

San Mauro, Diego Gower, David, Müller, Hendrik, Loader, Simon, Zardoya, Rafael, Nussbaum, Ronald, Wilkinson, Mark. 2014. Life-history evolution and mitogenomic phylogeny of caecilian amphibians. Molecular phylogenetics and evolution. Volume -73p. DO - 10.1016/j.ympev.2014.01.009
Schmidt, K.P & Inger, R.F. (1919). Amphibians exclusive of the genera Afrixalus and Hyperolius. Exploration du Parc National de l'Upemba, Bruxelles, Fasc. 56 : 1-264p.

Serre Collet F., 2017. Grenouilles, crapauds & Cie, éditions Quæ, 176 p.

Sinsch U., 2015. Review: Skeletochronological assessment of demographic life-history traits in amphibians. Herpetological Journal, 5-13p, v 25.

Sinsch U., Böcking H., Leskovar C., Öz M. & Veith M., 2017. Demography and lifetime growth patterns in viviparous salamanders (genus Lyciasalamandra): living underground attenuates interspecific variation. Zoologischer Anzeiger 269, 48-56p.
Strayer D.L. & Dudgeon D., 2010. Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges. Journal of the North American Benthological Society, 29p: 344-358.

Tanguy, A., 2011. Guide méthodologique pour les inventaires faunistiques des espèces métropolitaines terrestres. Atlas de la biodiversité dans les communes, Muséum National d'Histoire Naturelle, volet 2, 195p.

Tlidjane A., Menaa M., Rebbah A.C., Tellailia S., Seddik S., Chefrour A. & Maazi M.C., 2019. La richesse et la distribution des Amphibiens dans la région de Souk Ahras (Nord-Est de l'Algérie). Bull. Soc. Zool. Fr. 144 (4), 179-201.

Tumushimire l., Mapendo M., Ulrich S., Maximilian D., 2020. Anuran diversity of cultivated wetlands in Rwanda: melting pot of generalist? Salamanda German journal of Herpetology. 99-112p. ISSN O36-3375.

Veith M., Lötters S., Andreone F. & Rödel M-O., 2004, Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. II. Estimating species richness from standardized transect censing. *Ecotropica* 10, 85-99p.

Vié J., Hilton-Taylor C., Stuart S. 2009. Wildlife in a changing world. An analysis of the 2008 IUCN redlist of threatened species. World Conservation Union, Gland, Switzerland, 194p.
Wells, Kentwood, 2007. The Ecology & Behavior of Amphibians DO-10.7208/chicago/9780226893334.001.0001. Bibliovault OAI Repository, the University of Chicago Press.

Werner, 2015. Amphibiens et produits phytosanitaires : un grand besoin d'informations. 10e édition mai 2015 Centre Suisse d'écotoxicologie appliquée Eawag-EPFL.

Yahaya M., Attuquayefio D.K., Ofori B,Y. & Owusu E.H., 2015. Herpetofauna under threat: A study of Kogyae Strict Nature Reserve in Ghana. Int. J. Biodivers. Conserv. 7 (11), 420-428p.

Zuidema, Pieter A, Jeffrey A Sayer and Wim Dijkman, 2017. Foundation for Environmental Conservation Forest Fragmentation and Biodiversity: The Case for Intermediate-Sized Conservation Areas. Environmental Conservation 23 (4) : 290–297p. https://doi.org/10.1017/S037689290003914X

Webographie

https://www.amphibien.cheloniophilie.com consulté le 15 Novembre 2021 à 11h08
https://www.aquaportail.com consulté le 15 Novembre 2021 à 11h 23

ANNEXES

1. Evolution des captures dans le temps

Mois	BLOC NORD			BLOC SUD		
	Fo/N	Ja-Ch/N	Ls/N	Fo/S	Ja-Ch/S	Ls/S
Déc.	3		50	16	15	50
Janv.	44	12	107	58	24	116
Fe	62	5	70	70	9	118
Mars	43	9	59	56	18	85
April	57	3	39	50	6	40
Mai	50		46	25	5	48
Juin	47	3	48	37	12	83
July	47	4	83	41	18	75
Aout	61		48	33	6	34
Sept	15		27	14		13

2. Post test de Tukey sur la répartition des individus dans les stations

	Fo/S	**Ja-Ch/S**	**Ls/S**	**Fo/N**	**Ja-Ch/N**	**Ls/N**
Fo/S		0.09871	0.1285	0.9998	**0.02029**	0.5218
Ja-Ch/S	3.785		**0.000183**	0.05086	0.9875	**0.000902**
Ls/S	3.613	7.398		0.2252	**0.000146**	0.9607
Fo/N	0.3999	4.185	3.213		**0.00929**	0.7009
Ja-Ch/N	4.689	0.9041	8.302	5.089		**0.000224**
Ls/N	2.441	6.226	1.172	2.041	7.13	

3. Quelques images



Amietia nutti



Amnirana albolabris



Arthroleptis tuberosus



Chiromantis rufescens



Cryptotilax greshoffii



Hyperolius platyceps



Hyperolius hutsebauti



Hyperolius occelatus



Lepropelis calcaratus



Hyperolius chrityi



Leptopelis millsonia



Leptopelis notatus



Leptopelis occelatus



Phrynobatrachus auritus



Xenopus pygmaeus



Foret primaire de la RF Yoko



Champs-jachère dans la RF Yoko



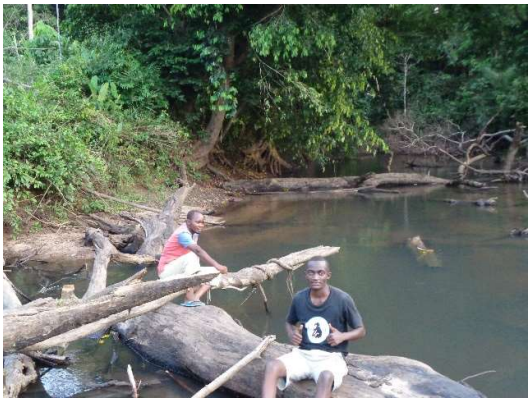
Enquête visuelle de rencontre



Capture d'un amphibien arboricole



Traversée de la rivière Yoko



Une petite pause sur la Rivière Yoko



Equipe de collecte



Travaux d'identification au LEGERA