



UNIVERSITE
JEAN LOROUGNON GUEDE
UFR ENVIRONNEMENT

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

Ministère de l'Enseignement Supérieur et
de la Recherche Scientifique

ANNEE : 2023 - 2024

N° D'ORDRE : 094
.....

THESE DE DOCTORAT

Mention : Ecologie, Biodiversité et Evolution

Spécialité : Biologie et Ecologie Animale

CANDIDAT

Nom : GONGOMIN

Prénoms : BASSEU AUDE-INES

**Caractérisation taxonomique et distribution
spatio-temporelle de sept espèces
d'amphibiens endémiques à la région du
Mont Nimba (Ouest, Côte d'Ivoire).**

JURY

Président : M. KOFFI Béné Jean-Claude, Professeur Titulaire,
Université Jean Lorougnon Guédé

Directeur : M. KOUAME N'Goran Germain, Professeur Titulaire,
Université Jean Lorougnon Guédé

Rapporteur : M. TOHE Blayda, Professeur Titulaire,
Université Nangui Abrogoua

Examineur : M. BONY Kotchi Yves, Professeur Titulaire,
Université Jean Lorougnon Guédé

Examineur : M. KWADJO Koffi Eric, Maître de Conférences,
Université Nangui Abrogoua

Soutenue publiquement
le : 13 Avril 2024

TABLE DES MATIERES

DEDICACES	v
REMERCIEMENTS.....	vi
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....	ix
LISTE DES TABLEAUX	xi
LISTE DES FIGURES.....	xii
LISTE DES ANNEXES	xv
INTRODUCTION.....	16
CHAPITRE I :.....	5
GENERALITES	5
I-1– Présentation de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba	6
I-1-1– Situation géographique et historique	6
I-1-2– Caractéristiques abiotiques	7
I-1-2-1– Climat	7
I-1-2-2– Hydrographie	9
I-1-2-3– Relief	9
I-1-2-4– Sols	10
I-1-3– Caractéristiques biotiques.....	10
I-1-3-1– Flore et végétation	10
I-1-3-2– Faune	12
I-2– Faune des amphibiens	14
I-2-1– Classification	14
I-2-1-1– Ordre des Gymnophiones	14
I-2-1-2– Ordre des Urodèles	14
I-2-1-3– Ordre des Anoures	15
I-2-2– Biologie et écologie	16
I-2-3– Amphibiens de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba	17
I-3– Présentation des espèces étudiées.....	19
I-3-1– <i>Conraua alleni</i> (Barbour & Loveridge, 1927).....	19
I-3-2– <i>Hyperolius chlorosteus</i> (Boulenger, 1915).....	20
I-3-3– <i>Hyperolius lamottei</i> Laurent, 1958	20
I-3-4– <i>Hyperolius nimbae</i> Laurent, 1958	20
I-3-5– <i>Kassina cochranæ</i> (Loveridge, 1941)	20
I-3-6– <i>Odontobatrachus arndti</i> Barej, Schmitz, Penner, Doumbia, Sandberger-Loua, Emmrich, Adeba & Rödel, 2015	21

Table des matières

I-3-7– <i>Ptychadena submascareniensis</i> (Guibé & Lamotte, 1953)	21
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	22
II-1– Matériel.....	23
II-1-1– Matériel biologique	23
II-1-2– Matériel technique.....	23
II-1-2-1– Matériel de mesure des paramètres physiques	23
II-1-2-2– Matériel d'échantillonnage des amphibiens	23
II-2– Méthodes.....	24
II-2-1– Choix des sites d'échantillonnage et établissement des transects	24
II-2-1-1– Sites d'échantillonnage	24
II-2-1-2– Transects d'échantillonnage	25
II-2-2– Description des transects rectangulaires	26
II-2-3– Collecte des données	28
II-2-3-1– Mesure de la température et de l'humidité relative de l'air	28
II-2-3-2– Caractérisation des habitats prospectés	29
II-2-3-3– Echantillonnage des amphibiens	29
II-2-3-3-1– Technique acoustique	29
II-2-3-3-2– Technique de capture.....	30
II-2-3-4– Données morphologiques et biométriques des amphibiens	30
II-2-3-4-1– Données morphologiques	30
II-2-3-4-2– Données biométriques	35
II-2-3-5– Enregistrement des coassements	37
II-2-4– Méthodes d'analyse du peuplement d'amphibiens	37
II-2-4-1– Méthodes d'analyse et structuration des coassements	37
II-2-4-2– Traitement statistique des données.....	38
II-2-4-2-1– Analyses univariées	38
II-2-4-2-2– Analyses multivariées	39
II-2-4-2-2-1– Analyse en composantes principales	39
II-2-4-2-2-2– Carte auto organisatrice de Kohonen	39
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	41
III-1– Caracteristiques physiques du milieu.....	42
III-1-1– Résultats.....	42
III-1-1-1– Variations spatiales de la canopée, de la densité des végétaux ligneux et de l'épaisseur de la litière	42
III-1-1-2– Variations spatiales de la température de l'air	44

Table des matières

III-1-1-3– Variation spatiale de l’humidité relative de l’air	45
III-1-1-4– Variation saisonnière de la température de l’air	47
III-1-1-5– Variation saisonnière de l’humidité relative de l’air.....	48
III-1-2– Discussion	49
Conclusion partielle.....	50
III-2– Caractères morphologiques des espèces étudiées	51
III-2-1– Résultats	51
III-2-1-1– Caractères morphologiques de l’espèce <i>Conraua alleni</i> (Barbour & Loveridge, 1927)	51
III-2-1-1-1– Description morphologique des spécimens	51
III-2-1-1-2– Dimorphisme sexuel et variation des caractères morphométriques.....	52
III-2-1-2– Caractères morphologiques de l’espèce <i>Hyperolius chlorosteus</i> (Boulenger, 1915)	54
III-2-1-2-1– Description morphologique des spécimens	54
III-2-1-2-2– Dimorphisme sexuel et variation des caractères morphométriques.....	56
III-2-1-3– Caractères morphologiques de l’espèce <i>Hyperolius lamottei</i> Laurent, 1958... 57	
III-2-1-3-1– Description morphologique des spécimens	57
III-2-1-3-2– Dimorphisme sexuel et variation des caractères morphométriques.....	58
III-2-1-4– Caractères morphologiques de l’espèce <i>Hyperolius nimbae</i> Laurent, 1958.... 59	
III-2-1-4-1– Description morphologique des spécimens	59
III-2-1-4-2– Dimorphisme sexuel et variation des caractères morphométriques.....	61
III-2-1-5– Caractères morphologiques de l’espèce <i>Kassina cochranæ</i> (Loveridge, 1941)	62
III-2-1-6– Caractères morphologiques de l’espèce <i>Odontobatrachus arndti</i> Barej, Schmitz, Penner, Doumbia, Sandberger-Loua, Emmrich, Adebà & Rödel, 2015.....	63
III-2-1-6-1– Description morphologique des spécimens	63
III-2-1-6-2– Dimorphisme sexuel et variation des caractères morphométriques.....	65
III-2-1-7– Caractères morphologiques de l’espèce <i>Ptychadena submascareniensis</i> (Guibé & Lamotte, 1953).....	66
III-2-1-7-1– Description morphologique des spécimens	66
III-2-1-7-2– Dimorphisme sexuel et variation des caractères morphométriques.....	68
III-2-2– Discussion	70
Conclusion partielle.....	74
III-3– Caractéristiques de la vocalisation des espèces d’anoures étudiées	75
III-3-1– Résultats	75
III-3-1-1– Coassement du taxon <i>Conraua alleni</i>	75

Table des matières

III-3-1-2– Coassement du taxon <i>Hyperolius chlorosteus</i>	76
III-3-1-3– Coassement du taxon <i>Hyperolius lamottei</i>	77
III-3-1-4– Coassement du taxon <i>Hyperolius nimbae</i>	78
III-3-1-5– Coassement du taxon <i>Kassina cochranæ</i>	79
III-3-1-6– Coassement du taxon <i>Odontobatrachus arndti</i>	80
III-3-1-7– Coassement du taxon <i>Ptychadena submascareniensis</i>	80
III-3-2– Discussion	83
Conclusion partielle	85
III-4– Variation spatiale et temporelle des espèces étudiées	86
III-4-1– Résultats	86
III-4-1-1– Efficacité de l’effort d’échantillonnage	86
III-4-1-2-2– Abondance des anoues selon les habitats	89
III-4-1-3– Abondances des taxons en fonction des saisons	90
III-4-1-4– Déterminisme de la distribution spatio-temporelle des espèces étudiées	93
III-4-2– Discussion	97
Conclusion partielle	100
CONCLUSION.....	101
Conclusion générale	102
Recommandations	103
Perspectives	104
REFERENCES.....	105
ANNEXES
PUBLICATION.....

DEDICACES

*A mon défunt père **GONGOMIN Michel** qui a fait des sacrifices pour moi durant toute sa vie ;*

*A ma mère **BASSA Dohi Christine** qui n'a jamais cessé de m'encourager au travail bien fait et à l'excellence ;*

*A ma fille **TOURE Adjara Chance Prunelle** qui est ma source d'inspiration.*

REMERCIEMENTS

Cette thèse est le produit d'une collaboration entre l'Unité de Formation et de Recherche de l'Environnement (UFR Environnement) de l'Université Jean Lorougnon Guédé, l'Office Ivoirien des Parcs et Réserves (OIPR), et le Muséum d'Histoire Naturelle de Berlin. Les travaux de cette thèse visent à actualiser les données scientifiques sur les Amphibiens et à faire des recommandations pour une gestion efficace et durable des aires protégées en général et en particulier de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba en Côte d'Ivoire.

L'aboutissement de ce projet de thèse est l'œuvre de multiples contributions qui méritent notre reconnaissance et notre gratitude.

Nous exprimons toute notre gratitude à Madame ADOHI Adjo Viviane épouse KROU, Professeur Titulaire, Présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé, pour avoir autorisé notre inscription en thèse dans cette Université.

Nous voudrions remercier le Professeur SORO Dognimeton, Vice-président chargé de la Pédagogie, de la Recherche, de la Vie Universitaire et de l'Innovation Technologique de l'Université Jean Lorougnon Guédé, pour les efforts consentis dans la formation des étudiants dans cette Université.

Au Professeur KONE Issiaka, Vice-Président chargé de la Planification, de la Programmation et des Relations Extérieures de l'Université Jean Lorougnon Guédé, nous témoignons notre reconnaissance pour sa disponibilité et son implication dans la formation des étudiants de cette Université.

A Monsieur KOUASSI Kouakou Lazare, Professeur Titulaire, Directeur de l'UFR Environnement, nous voudrions exprimer toute notre reconnaissance pour avoir autorisé notre inscription en thèse au sein de l'UFR. Tous les conseils qu'il nous a prodigués nous ont été d'une grande utilité durant notre parcours à l'UFR.

Nous voudrions témoigner notre infinie gratitude à M. KOFFI Béné Jean-Claude, Professeur Titulaire, Directeur du Laboratoire de Biodiversité et Ecologie Tropicale (BioEcoTrop), de nous avoir accepté d'une part au sein de son laboratoire, d'autre part, pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider le jury de cette thèse.

Nous tenons à exprimer notre infinie reconnaissance au Professeur KOUAME N'Goran Germain, pour nous avoir donné la chance d'entamer une carrière de chercheur. Professeur KOUAME N'Goran Germain a cru en nous après le diplôme de Master et a accepté d'assurer

Remerciements

la direction de cette thèse de Doctorat. Depuis lors, il a toujours apporté son encadrement, ses critiques objectives, ses conseils et surtout son soutien financier et matériel pour l'aboutissement de ce travail.

Nos remerciements s'adressent à M. TOHE Blayda, Professeur Titulaire à l'Université Nangui ABROGOUA, pour ses critiques constructives qui ont contribué à l'amélioration de cette thèse et pour avoir également accepté d'être membre du jury de ces travaux de recherche.

Au Professeur BONY Kotchi Yves, nous adressons nos sincèrement remerciements, pour l'honneur qu'il nous fait en siégeant dans ce jury.

Au Docteur KWADJO Koffi Eric, Maître de Conférences de l'Université Nangui Abrogoua, nous exprimons nos remerciements pour votre participation à ce jury.

Au Docteur KOFFI Konan Mexmin, Maître de Conférences de l'Université Nangui Abrogoua, nous sommes reconnaissant pour votre disponibilité et votre contribution pour l'amélioration de ce mémoire de thèse.

Au Docteur ALIKO N'Guessan Gustave, Maître de Conférences, nous sommes également reconnaissant pour votre précieuse contribution à l'amélioration de ce mémoire, en votre qualité de référent pour cette thèse.

Nous exprimons notre profonde gratitude au Général TONDOSSAMA Adama, Directeur de l'Office Ivoirien des Parcs et Réserves (OIPR) pour toutes les autorisations d'accès à la Réserve Intégrale du Mont Nimba.

Nos remerciements vont aussi à l'endroit du Colonel ZANNOU Moïse Gbedjegbedji, Directeur de la Zone Ouest (DZO) et du Commandant ZOH jimmy Patrice, chef secteur de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont pour avoir facilité notre collaboration avec les agents de l'OIPR et nos visites dans la Réserve.

Nous voudrions exprimer notre reconnaissance aux Docteurs KOUAME Akoua Michèle et KONAN Béhibro Yao N'Gatta Jean Christophe ainsi qu'à Monsieur ZOGBASSE Parfait, qui malgré leurs emplois du temps chargés ont tenu à nous aider dans les traitements statistiques de nos données scientifiques.

Nous voudrions également remercier les Docteurs KOUAKOU Yao Célestin (Maître de Conférences), N'GUESSAN Kouamé Antoine (Maître de Conférences), KOFFI Djaha André (Maître de Conférences), BAMBA Kramoko (Assistant), KOUAKOU Claude-Victorien

Remerciements

(Assistant), et Docteur KELY Marley Roger (Assistant), pour leurs critiques constructives, leurs encouragements et surtout leurs contributions à l'amélioration de ce travail.

A nos condisciples Docteur KANGA Kouassi Philippe et AGOH Konan Laurent, nous étions très heureux de partager les moments de terrain avec vous. Merci pour la promptitude et le dévouement dont vous avez fait preuve tout au long de ces moments de terrain.

Nous voudrions remercier de tout cœur, nos amis Docteur MONKET Ange Edgar Abib, Docteur ZEAN Maxime, KAMBIRE Beh, GOMEZ Ange Gerald, TRAORE Moussa, TOURE Aboubacar-Sidik, YERENGA Fatou et KOMENAN Dominique Martinienne, pour leur soutien et encouragement tout au long de nos années académiques.

Nous n'oublions pas nos condisciples de l'Equipe de Travail en Ecologie Tropicale Animale (ETETA) du Laboratoire de Biodiversité et Ecologie Tropicale avec qui nous partageons un agréable esprit d'équipe et une franche collaboration. Merci pour votre soutien sans faille, chaque fois que nous avons eu des doutes quant à l'avancée de notre travail, vous nous avez apporté votre soutien et réconfort.

Nous voudrions remercier Messieurs GUEU Droh David, ZODA Tokpa Alphonse et ZANGBELI Berthé (les guides de terrain de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba), pour leur sollicitude et pour avoir accepté de nous accompagner durant notre étude dans la Réserve.

Nous voudrions exprimer notre gratitude et nos sincères remerciements à nos parents, plus particulièrement à notre frère aîné BAH Basile, à nos frères et sœurs BAH Boue Nestor, GONGOMIN Devis, GONGOMIN Euphrasie, GONGOMIN Evrard, GONGOMIN Hermann, LEAN Adolph et notre tuteur M. GONKANOU Prosper pour leur soutien, leurs prières et leur amour inconditionnel à notre égard.

A toutes ces personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire, nous leur exprimons nos chaleureux remerciements.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

ACP	: Analyse en Composantes Principales
ANOVA	: <i>Analysis of Variance</i> (Analyse des variances)
CR	: <i>Critically Endangered</i> (En danger critique d'extinction)
DD	: <i>Data Deficient</i> (Données insuffisantes)
DINa	: Distance Inter-Narine
DIO	: Distance Inter-Orbite
dl	: degré de liberté
DOM	: Distance Oeil-Museau
dOe	: diamètre de l'Oeil
dTy	: diamètre du Tympan
DZO	: Direction Zone Ouest
EN	: <i>Endangered</i> (En danger)
E-T	: Ecart-type
GPS	: <i>Global Positioning System</i> (Système de Positionnement Global)
HC	: Habitats Clairesemés
HF	: Habitats Fermés
HO	: Habitats Ouverts
HOp	: Habitats Ouverts de la périphérie
HOs	: Habtits Ouvert de la savane
Hz	: Hertz
IFAN	: Institut Fondamental d'Afrique Noire
IUCN	: <i>International Union for Conservation of Nature</i>
LaTe	: Largeur de la Tête
LC	: <i>Least Concern</i> (Préoccupation mineure)
LCu	: Longueur de la Cuisse
LMA	: Longueur Museau-Anus
LPTa	: Longueur Pied-Tarse
LTe	: Longueur de la Tête
LTi	: Longueur du Tibia
Max	: Maximum
Méd	: Médiane
Min	: Minimum

Liste des sigles et abréviations

Moy	: Moyenne
N	: Nombre
NE	: <i>Not Evaluated</i> (Non évaluée)
NT	: <i>Near Threatened</i> (Quasi menacée)
OeNa	: Distance Oeil-Narine
OIPR	: Office Ivoirien des Parcs et Réserves
RNIMN	: Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba
SOM	: <i>Self Organizing Maps</i> (Carte auto-organisatrice de Kohonen)
TFR	: Transformation de Fourier Rapide
UFR	: Unité de Formation et de Recherche
UICN	: Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UNESCO	: <i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation</i> (Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture).

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Liste des Amphibiens de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.....	18
Tableau II : Principales caractéristiques des transects et leurs coordonnées géographiques.	28
Tableau III : Valeurs de probabilité p du test U de Mann-Whitney relatif à la comparaison deux à deux de la température de l'air dans les transects	45
Tableau IV : Valeurs de probabilité p du test U de Mann-Whitney relatif à la comparaison deux à deux de l'humidité relative de l'air dans les transects	46
Tableau V : Résultats du test de Mann Whitney réalisé sur les valeurs moyennes des caractères métriques des spécimens mâles et femelles.....	53
Tableau VI : Résultats du test de Mann Whitney réalisé sur les valeurs moyennes des caractères métriques des spécimens mâles et femelles.....	56
Tableau VII : Résultats du test de Mann Whitney réalisé sur les valeurs moyennes des caractères métriques des spécimens mâles et femelles.....	59
Tableau VIII : Résultats du test de Mann Whitney réalisé sur les valeurs moyennes des caractères métriques des spécimens mâles et femelles.....	61
Tableau IX : Résultats du test de Mann Whitney réalisé sur les valeurs moyennes des caractères métriques des spécimens mâles et femelles.....	66
Tableau X : Résultats du test de Mann Whitney réalisé sur les valeurs moyennes des caractères métriques des spécimens mâles et femelles.....	69
Tableau XI : Caractéristiques des coassements des taxons d'Amphibiens endémiques de la Réserve naturelle intégrale du Mont Nimba.....	81
Tableau XII : Effectif des espèces endémique échantillonnées par transect dans la Réserve Naturelle Intégrale Mont Nimba.....	88
Tableau XIII : Abondance des anoues échantillonnés dans les différents types d'habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.....	89
Tableau XIV : Différentes tailles de la carte auto-organisatrice de Kohonen et les erreurs quantitatives correspondantes.....	93

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de localisation de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba (Côte d'Ivoire).....	7
Figure 2 : Diagramme ombrothermique de 1989 à 2019 du département de Danané	8
Figure 3 : Espèces d'amphibiens appartenant à l'ordre des Gymnophiones (a), Urodèles (b) et Anoures (c)	16
Figure 4 : Matériels d'échantillonnage et de conservation d'amphibiens	24
Figure 5 : Vues partielles de quelques habitats échantillonnés dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba	25
Figure 6 : Représentation schématique d'un transect rectangulaire.....	26
Figure 7 : Localisation des transects d'échantillonnage	27
Figure 8 : Forme des museaux et des pupilles de quelques anoures	32
Figure 9 : Forme des pattes des anoures	33
Figure 10 : Caractères sexuels externes de quelques amphibiens anoures mâles	34
Figure 11 : Schémas montrant les principales mensurations effectuées	36
Figure 12 : Structuration acoustique indiquant les coassements et les notes entre les coassements chez les anoures	37
Figure 13 : Schéma simplifié de la carte auto-organisatrice de Kohonen (SOM)	40
Figure 14 : Variations de la canopée (A), de la densité des végétaux ligneux (B) et de l'épaisseur de la litière (C) dans les différents transects	43
Figure 15 : Variations spatiales de la température de l'air dans les différents transects (A) et habitats (B)	44
Figure 16 : Variations spatiales de l'humidité relative de l'air dans les différents transects (A) et habitats (B)	46
Figure 17 : Variation saisonnière de la température de l'air dans les habitats.....	47
Figure 18 : Variation saisonnière de l'humidité relative de l'air dans les habitats	48
Figure 19 : Spécimens de l'espèce <i>Conraua alleni</i> ; (a) et (b) : face dorsale ; (c) et (d) : face ventrale	52

Liste des figures

Figure 20 : Ordination des variables (A) et des individus (B) dans le plan factoriel 1/2 de l'Analyse en Composantes Principales des données métriques des spécimens de <i>Conraua alleni</i>	54
Figure 21 : Spécimens du taxon <i>Hyperolius chlorosteus</i> ; (a), (b) et (c) : variation du motif de la face dorsale ; (d) : coloration de la face ventrale.....	55
Figure 22 : Spécimens du taxon <i>Hyperolius lamottei</i> ; (a) et (b) : face dorsale ; (c) et (d) : face ventrale	58
Figure 23 : Spécimens du taxon <i>Hyperolius nimbae</i> ; (a) et (b) : face dorsale ; (c) et (d) : face ventrale	60
Figure 24 : Spécimens du taxon <i>Kassina cochranæ</i> ; (a) et (b) : face dorsale ; (c) : face ventrale	63
Figure 25 : Spécimens du taxon <i>Odontobatrachus arndti</i> ; (a) et (b) : face dorsale ; (c) et (d) : face ventrale	65
Figure 26 : Spécimens du taxon <i>Ptychadena submascareniensis</i> ; (a) et (b) : face dorsale ; (c) et (d) : face ventrale.....	68
Figure 27 : Caractéristiques des coassements d'un mâle de <i>Conraua alleni</i> ; A : Forme d'onde ; B : sonogramme ; C : spectrogramme	75
Figure 28 : Caractéristiques du coassement d'un mâle de <i>Hyperolius chlorosteus</i> ; A : Forme d'onde ; B : sonogramme ; C : spectrogramme.....	76
Figure 29 : Caractéristiques du coassement d'un mâle de <i>Hyperolius lamottei</i> ; A : Forme d'onde ; B : sonogramme ; C : spectrogramme.....	77
Figure 30 : Caractéristiques du coassement d'un mâle de <i>Hyperolius nimbae</i> ; A : Forme d'onde ; B : sonogramme ; C : spectrogramme.....	78
Figure 31 : Caractéristiques du coassement d'un mâle de <i>Kassina cochranæ</i> ; A : Forme d'onde ; B : sonogramme ; C : spectrogramme.....	79
Figure 32 : Caractéristiques du coassement d'un mâle de <i>Ptychadena submascareniensis</i> ; A : Forme d'onde ; B : sonogramme ; C : spectrogramme	80
Figure 33 : Abondances saisonnières des anoues récoltés dans les différents habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba (Août 2019 à Juillet 2020)	91

Liste des figures

- Figure 34** : Abondances relatives saisonnières des espèces d’amphibiens échantillonnées dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba (Août 2019 à Juillet 2020) 92
- Figure 35** : Carte auto-organisatrice de Kohonen (SOM) composée de 16 cellules (a) et analyse de classification hiérarchique effectuée à partir de la carte SOM (b) 94
- Figure 36** : Classification des espèces de la Réserve intégrale du Mont Nimba en trois groupes (I, II et III) à partir de la carte auto-organisatrice de Kohonen (SOM) 94
- Figure 37** : Distribution des espèces de la Réserve intégrale du Mont Nimba (a) et caractérisation des habitats (b) sur la base de la carte auto-organisatrice de Kohonen (SOM)..... 95
- Figure 38** : Carte auto-organisatrice de Kohonen (SOM) montrant les variations de la température et de l’humidité relative de l’air dans les groupes I, II et III..... 96

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Autorisation d'accès et d'échantillonnage d'Amphibiens dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba

Annexe 2 : Résumé des mesures morphologiques de sept espèces étudiées dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba

INTRODUCTION

Introduction

La perte des habitats à l'échelle mondiale et le déclin des vertébrés terrestres qui en résulte ont des répercussions particulièrement néfastes sur les amphibiens (Lips, 1998, 1999 ; Raxworthy & Nussbaum, 2000 ; Stuart *et al.*, 2004 ; Ernst *et al.*, 2007 ; Crawford *et al.*, 2010). Ce groupe taxonomique forme, de loin les vertébrés terrestres les plus menacés, devant les oiseaux, les mammifères et les reptiles (BirdLife International, 2004 ; Stuart *et al.*, 2004 ; Baillie *et al.*, 2010). Les régions montagneuses, en particulier, sont des zones importantes pour la conservation de la faune batrachologique, car elles fournissent un grand nombre de types d'habitats différents avec une grande richesse floristique et faunique. Cependant, dans la plupart des chaînes de montagnes, les diverses espèces d'anoures rencontrées ont le plus souvent des aires de répartition assez restreintes (Juárez-Ramírez *et al.*, 2016 ; Portik *et al.*, 2016 ; Doherty-Bone & Gvoždík, 2017 ; Khatiwada *et al.*, 2019 ; van der Hoek *et al.*, 2019 ; Bittencourt-Silva *et al.*, 2020). Cette particularité s'applique aussi aux hauts plateaux d'Afrique de l'Ouest qui abritent des espèces d'amphibiens uniques et remarquables (Kouamé *et al.*, 2007 ; Hillers *et al.*, 2008a ; Ofori-Boateng *et al.*, 2018).

En Afrique de l'Ouest, la zone forestière de la Haute-Guinée est l'un des plus importants « points chauds » de la biodiversité mondiale (Myers *et al.*, 2000). En Côte d'Ivoire particulièrement, les écosystèmes de montagnes tels que le Mont Péko, le Mont Sangbé et le Mont Nimba, avec des superficies relativement petites, renferment une grande diversité d'espèces d'amphibiens (Rödel, 2003 ; Rödel & Ernst, 2003 ; Kanga *et al.*, 2021). La chaîne du Mont Nimba, spécifiquement située à la frontière entre le Libéria, la Guinée et la Côte d'Ivoire, abrite un nombre remarquablement important d'espèces végétales et animales endémiques (Angel *et al.*, 1954a,b ; Lamotte & Sanchez-Lamotte, 1999 ; Erard & Brosset, 2003 ; Roy, 2003 ; Monadjem *et al.*, 2013 ; Decher *et al.*, 2016 ; Simmons *et al.*, 2021). En outre, elle abrite la faune d'amphibiens la plus riche d'Afrique de l'Ouest, avec diverses espèces rares et endémiques (Kanga *et al.*, 2021 ; Rödel *et al.*, 2021). Ainsi, cette chaîne de montagnes, qui s'élève brusquement des plaines environnantes jusqu'à une altitude de 1752 m, a été considérée comme une écorégion de haute priorité pour la conservation de la biodiversité (Bakarr *et al.*, 2001).

Bien que la faune batrachologique du Mont Nimba soit considérée comme la plus diversifiée d'Afrique de l'Ouest (Rödel *et al.*, 2004), il ressort des données bibliographiques disponibles que presque toutes les recherches ont été effectuées sur les parties guinéenne et libérienne de la chaîne de montagnes (Guibé & Lamotte, 1958, 1963 ; Xavier, 1978 ; Rödel *et al.*, 2009, 2010 ; Sandberger *et al.*, 2010 ; Barej *et al.*, 2015 ; Sandberger-Loua *et al.*, 2018a ; Schäfer *et al.*,

Introduction

2019). Les rares études accessibles au niveau du secteur ivoirien de cette chaîne de montagnes se sont focalisées exclusivement sur la confirmation de la présence de la grenouille arboricole *Hyperolius nimbae* Laurent, 1958, classée en danger d'extinction (EN) depuis sa description originale (Kouamé *et al.*, 2016) et l'inventaire récent des anoures sur le flanc de la montagne (Kanga *et al.*, 2021). Par ailleurs, le Mont Nimba est la seule chaîne montagneuse mondialement connue où l'on trouve le crapaud vivipare *Nimbaphrynoides occidentalis* (Angel, 1943) dont la biologie a été étudiée en détail (Lamotte, 1959 ; Lamotte & Sanchez-Lamotte, 1999 ; Hillers *et al.*, 2008b ; Xavier, 2009 ; Sandberger *et al.*, 2010 ; Sandberger-Loua *et al.*, 2017, 2018b). Ce crapaud en danger critique d'extinction (CR) est considéré comme l'espèce emblématique pour la conservation du Mont Nimba (Hillers *et al.*, 2008b ; Sandberger-Loua *et al.*, 2016). Cependant, moins d'attention a été accordée à diverses autres espèces notables considérées comme rares, endémiques ou peu connues, mais qui sont d'une grande préoccupation pour la conservation en Côte d'Ivoire (Rödel *et al.*, 2021). Celles-ci incluent sept espèces endémiques que sont *Conraua alleni* (Barbour & Loveridge, 1927), *Hyperolius nimbae*, *Hyperolius chlorosteus* (Boulenger, 1915), *Hyperolius lamottei* Laurent, 1958, *Kassina cochranæ* (Loveridge, 1941), *Odontobatrachus arndti* Barej, Schmitz, Penner, Doumbia, Sandberger-Loua, Emmrich, Adeba, & Rödel, 2015, et *Ptychadena submascareniensis* (Guibé & Lamotte, 1953). Nous ne disposons que très peu d'information sur leur cycle biologique, leur taxonomie et leur écologie (Schiøtz, 1967 ; Channing & Rödel, 2019 ; Kanga *et al.*, 2021). En effet, après leur première description originale, ces espèces respectives ne sont connues que dans des muséums européens où bon nombre de spécimens de références collectés depuis plus de cinq décennies y ont été stockés à des fins de recherche (Schiøtz, 1967). Malheureusement, la plupart des spécimens conservés dans l'alcool éthylique sont dénaturés à long terme, causant ainsi des erreurs d'identification taxonomique. En outre, les analyses moléculaires, particulièrement des vieilles collections se sont avérées beaucoup plus compliquées et parfois non fiables (Rödel *et al.*, 2010 ; Dehling, 2012 ; Kouamé *et al.*, 2022). Pour résoudre cette problématique, une partie importante de notre étude a consisté à entreprendre une étude taxonomique sur ces sept espèces endémiques sus-mentionnées à partir de collectes récentes. Ceci inclut une série de caractères diagnostiques basée sur la morphologie, le patron de coloration et la vocalisation.

La partie nord de la chaîne du Mont Nimba, partagée entre la Guinée et la Côte d'Ivoire a reçu une protection stricte en 1944. La partie ivoirienne a été inscrite au patrimoine mondial de l'UNESCO en 1982 et déclarée Réserve Naturelle Intégrée du Mont Nimba (MNINR) par la loi nationale 2002-102 de février 2002, et le bien a été intégré au domaine public de la Côte

Introduction

d'Ivoire (Lauginie, 2007). Cependant, en raison des conflits armés survenus dans les pays voisins et en Côte d'Ivoire en 2002, un flux massif de réfugiés dans les zones forestières de l'ouest ivoirien a eu un impact de plus en plus négatif sur les zones restantes de forêts tropicales primaires (Woods, 2003 ; Babo & Droz, 2008). Cela est problématique, car l'aire de répartition de ces espèces endémiques pourrait subir une réduction drastique, notamment au niveau de la zone périphérique de la chaîne de montagnes qui demeure une zone non protégée (Kouamé *et al.*, 2016 ; Kanga *et al.*, 2021 ; Rödel *et al.*, 2021).

La présente étude vise à fournir une description taxonomique complète et une meilleure connaissance de l'écologie de sept espèces d'amphibiens endémiques à la région du Mont Nimba en vue de contribuer à une conservation durable de ces espèces. Plus spécifiquement, il s'agit de :

- caractériser l'habitat des amphibiens à travers les paramètres physiques ;
- décrire les caractères morphologiques de chaque espèce étudiée ;
- caractériser la vocalisation des sept espèces endémiques considérées ;
- identifier les facteurs du milieu influençant la répartition spatio-temporelle des espèces endémiques.

Outre l'introduction, ce mémoire s'articule autour de trois chapitres. Le premier chapitre présente les généralités sur les espèces étudiées et le milieu d'étude. Le second porte sur le matériel et les méthodes d'étude. Le troisième chapitre traite des résultats obtenus et leurs discussions. Une conclusion, des perspectives et des recommandations achèvent ce travail.

CHAPITRE I :

GENERALITES

I-1– Présentation de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba

I-1-1– Situation géographique et historique

La chaîne du Mont Nimba est située aux confins de la Côte d'Ivoire, de la Guinée et du Liberia entre 7°25' et 7°45' de latitude Nord et entre 8°20' et 8°35' de longitude Ouest (Rödel *et al.*, 2004 ; Lauginie, 2007). Orientée du sud au nord, la chaîne montagneuse du Nimba mesure environ 40 km de long et 12 km de large, et s'élève au-dessus d'une région relativement basse (450-650 m) jusqu'à l'altitude de 1752 m (Erard & Brosset, 2003 ; Rödel *et al.*, 2004).

Le massif du Mont Nimba a été décrit pour la première fois en 1907, par le botaniste August Chevalier. En 1930, des études plus ponctuelles y sont menées par un groupe de trois botanistes (André Aubréville, Roger Heim et Roland Portère). Cependant, ce n'est qu'en 1942, que débute une véritable expédition scientifique sous l'initiative du professeur Théodore Monod alors directeur de l'Institut Française d'Afrique Noire (IFAN) (Lamotte *et al.*, 2003 ; Lauginie, 2007). En 1943, les observations et collections tant botaniques que zoologiques, faites lors de l'expédition scientifique de 1942 conduisent à ériger une superficie de 19 500 hectares de ce massif en Forêt Classée sur la proposition de Theodore Monod. L'année suivante, c'est-à-dire en 1944, le statut de Forêt Classée est modifié pour celui de Réserve Naturelle Intégrale par un décret du 5 juillet de la même année et sur la suggestion de Roger Heim. La Guinée occupe la majeure partie de la Réserve avec une superficie de 14500 ha contre seulement 5000 ha pour la Côte d'Ivoire (Figure 1). La partie ivoirienne dénommée, Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba est devenue depuis 1983 le patrimoine mondial de l'UNESCO. Administrativement, elle dépend à ce jour de la préfecture de Danané (Schnell, 1998 ; Lamotte, 1998 ; Lamotte & Rougerie, 1998 ; Lamotte & Roy, 1998 ; Lamotte *et al.*, 2003 ; Lauginie, 2007).

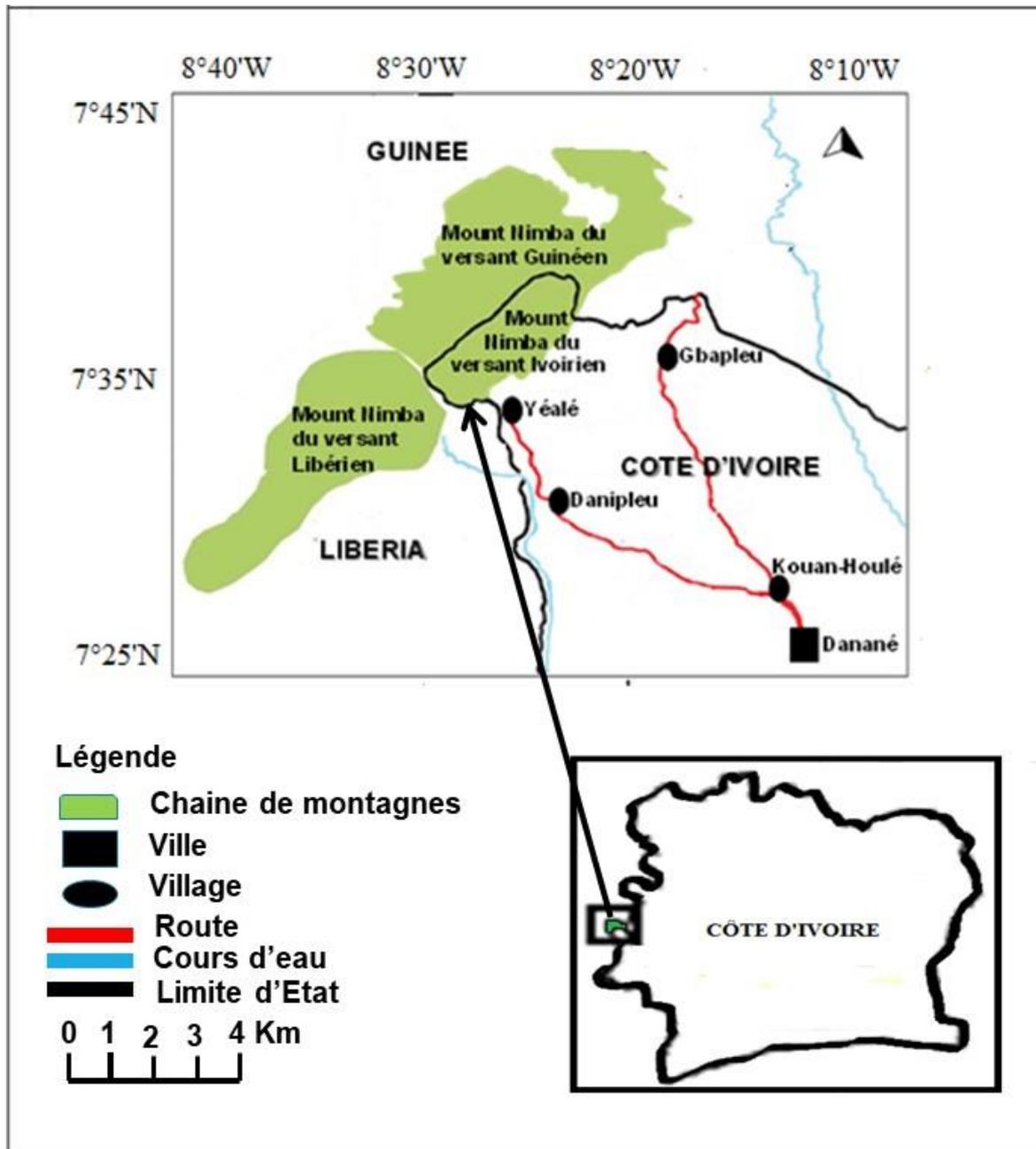


Figure 1 : Carte de localisation de la chaîne du Mont Nimba ; (Source : OIPR modifié).

I-1-2– Caractéristiques abiotiques

I-1-2-1– Climat

La RNIMN est marquée par un climat tropical humide, caractérisé par deux saisons de durées inégales (Schnell, 1952 ; Lamotte, 1959 ; Lauginie, 2007). Il s'agit d'une saison des pluies qui s'étale sur une période de neuf mois (de mars à novembre) et une saison sèche ne couvrant que trois mois (de décembre à février) (Figure 2).

Généralités

Dans cette région montagneuse, les contrastes entre les deux saisons se renforcent avec l'altitude, par une augmentation des effets de l'harmattan en saison sèche et également par une augmentation de la pluviométrie en saison pluvieuse (Lauginie, 2007). De plus, selon l'exposition des pentes aux vents, les reliefs ont favorisé l'installation de plusieurs microclimats (Lamotte, 1998 ; Schnell, 1998). Les précipitations moyennes annuelles sont comprises entre 1700 mm au nord et 2600 mm au sud avec une température moyenne annuelle de 25,1° C. L'hygrométrie quant à elle, varie en fonction de la saison et est supérieure à 80 % durant la saison des pluies. Elle chute à 30 % en période d'harmattan au-delà de 1000 m d'altitude (Lamotte, 1959 ; Lauginie, 2007).

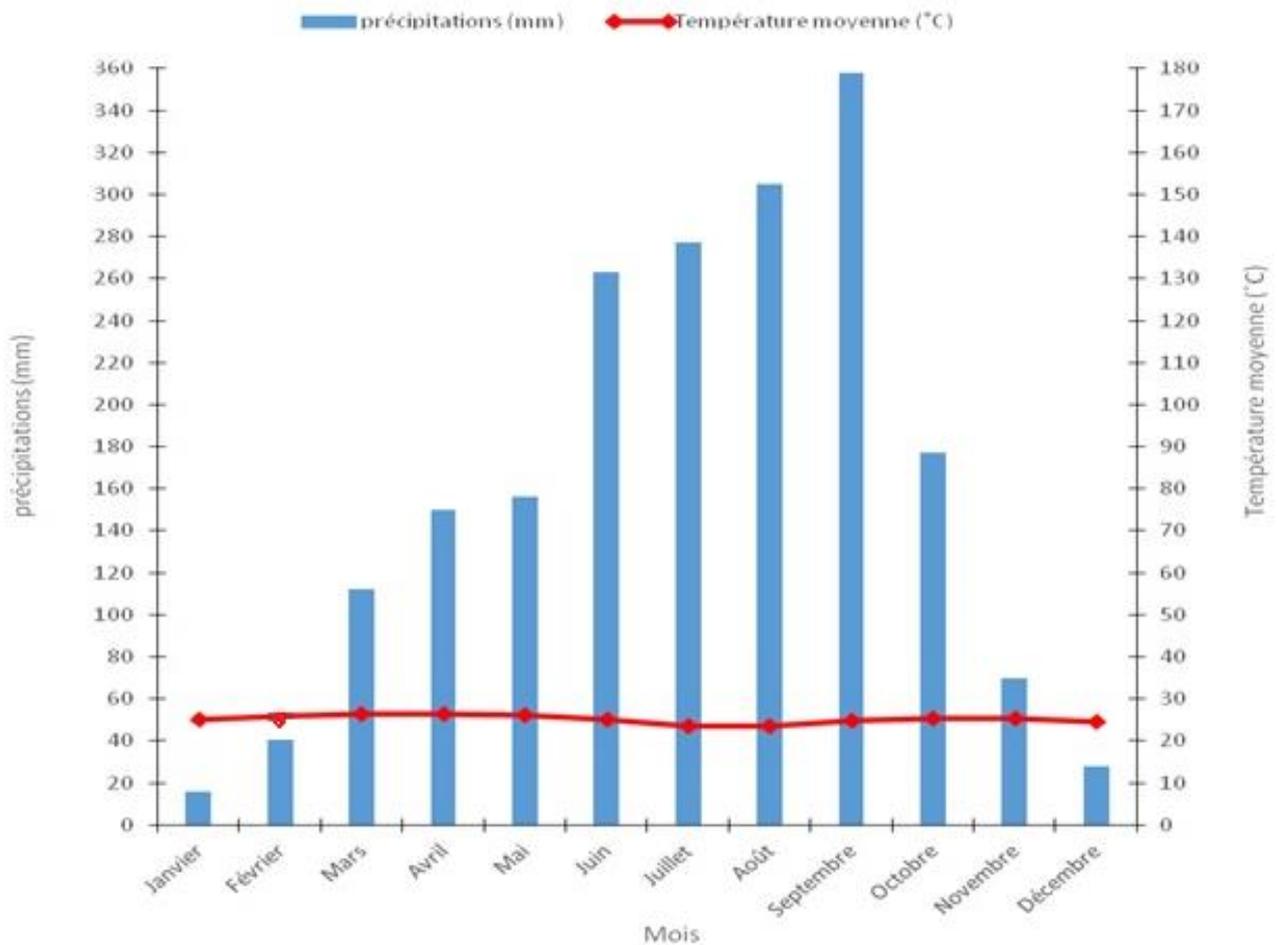


Figure 2 : Diagramme ombrothermique de 1989 à 2019 du département de Danané

(Source des données : <https://fr.climate-data.org>).

I-1-2-2– Hydrographie

La chaîne du Mont Nimba est une zone riche en ravins traversés de torrents avec des chutes et des cascades. De cette zone, s'échappe plus d'une cinquantaine de rivières et ruisseaux, en particulier le fleuve Cavally, les rivières Gouè et Nuon y prennent naissance et marquent les frontières respectivement, avec la Guinée et le Liberia. De ce fait, la chaîne du Mont Nimba est considérée comme un réservoir d'eau pour la région environnante. Les cours supérieurs de tous ces cours d'eau ont un caractère torrentiel pendant la période de fortes pluies allant d'avril à octobre (Lauginie, 2007).

I-1-2-3– Relief

La région du Nimba est caractérisée par la plaine du piémont et par un relief vigoureux (chaîne de montagnes) s'élevant brusquement à plus 1200 m au-dessus de cette plaine (Lauginie, 2007).

La plaine du piémont est majoritairement composée de granite calco-alcalins avec quelques migmatites ou encore de gneiss aux abords des pentes. La partie centrale du massif montagneux est ancrée, dans ce socle antécambrien de roches cristallines et métamorphiques à 700 m d'altitude. Les hauts reliefs de la partie centrale du massif sont composés de quartzites à minerais de fer très durs appelés itabirites et dont le banc affleure sur les crêtes. L'altération des lits de quartz des itabirites est provoquée par leur altération chimique, au profit des lits d'oxydes de fer, à la formation de vastes poches de minerais de fer d'une teneur supérieure à 60 %, dont l'accumulation a formé des cuirasses dans tout le piémont (Lamotte & Rougerie, 1998 ; Schnell, 1998 ; Lauginie, 2007).

La chaîne du Mont Nimba résulte d'un plissement remontant au Birrimien. Sa formation et celle de la dorsale guinéenne sont liées. Elle présente une orientation globale nord-sud et sud-ouest et s'étend sur une quarantaine de kilomètre de long et une dizaine de kilomètres de large. Toute la ligne de crêtes s'appuie sur la partie centrale du massif constituée d'itabirites qui ont plus résisté aux altérations que le socle cristallin. Le Nimba atteint son point culminant au Mont Richard-Molard, constitué de deux dômes jumeaux dont le plus haut s'élève à 1752 m (Lamotte & Rougerie, 1998 ; Lauginie, 2007).

I-1-2-4– Sols

Deux grandes catégories de sols se distinguent au Mont Nimba :

- Les sols sous couvert forestier du Nimba sont des sols meubles de types ferrallitiques fortement désaturés. D'origine granitique, ces sols passent progressivement dans le piémont et en l'absence de cuirasse à la roche sous-jacente. Ils sont généralement profonds, atteignant plusieurs mètres d'épaisseur et se caractérisent par leur forte acidité et leur abondance en matières organiques sur les flancs des montagnes (Perraud, 1971 ; Lauginie, 2007).

- Les sols compacts se sont essentiellement formés sur des cuirasses ferrugineuses des bas plateaux recouverts de savane. L'affleurement de la cuirasse prive la végétation de tout sol et seul un couvert herbacé, plus ou moins continu réussit à s'installer et à se maintenir sur ces sols (Perraud, 1971 ; Lauginie, 2007).

I-1-3– Caractéristiques biotiques

I-1-3-1– Flore et végétation

Plusieurs facteurs (le relief de la montagne, les conditions édaphiques et climatiques) ont favorisé dans la région du Mont Nimba, le développement de plusieurs formations végétales : les forêts, les savanes de différents types et les végétation d'altitude (Poilecot, 2009).

- Les forêts

Au-delà des différences de composition spécifique, il existe plusieurs types de forêts correspondant à des structures et à des physionomies particulières (Schnell, 1952).

Les forêts de basse altitude constituent dans les zones les plus arrosées de la chaîne (du sud au sud-ouest), de véritables forêts ombrophiles ou forêts sempervirentes. Ces forêts sempervirentes sont caractérisées par l'abondance de l'espèce *Lophira procera* Chevalier, 1909. Sur les basses pentes et dans les faciès les plus humides, *Lophira procera* est accompagnée par *Tarrietia utilis* (Sprague, 1916) et *Mapania* sp. qui disparaissent avec l'altitude. Dans les zones les moins humides, à l'extrémité nord du Nimba, les forêts de basse altitude sont de type mésophile où poussent notamment *Triplochiton scleroxylon* Schum, 1900 ; *Piptadeniastrum africanum* (Hook, 1955) et *Parkia bicolor* Chevalier, 1908. A ces formations sempervirentes et mésophiles s'ajoutent les forêts marécageuses et ripicoles caractérisées par *Uapaca paludosa* Aubreville & Leandri, 1935. Ces forêts sont par ailleurs très variables selon l'altitude et le type de sol (Schnell, 1998 ; Lamotte *et al.*, 2003 ; Lauginie, 2007).

Au-delà de 1000 m d'altitude, les forêts de l'étage supérieur occupent les flancs et ravins de la chaîne montagneuse. Ces forêts de l'étage supérieur sont dominées par *Parinari excelsa* Sibine, 1824 au point de pouvoir distinguer un étage à *Parinari*. Ces forêts sont également caractérisées, par l'abondance des épiphytes qui couvrent les branches. Sur les crêtes, se rencontre aussi une formation composée d'arbres bien plus petits, rappelant par sa physionomie une brousse secondaire (Schnell, 1998 ; Lamotte *et al.*, 2003 ; Lauginie, 2007).

- Les savanes

La particularité de la végétation du Nimba est l'existence à côté des forêts, de milieux herbacés absents de la région environnante.

Les savanes du piémont peuvent remonter les pentes jusqu'à 1000 m d'altitude et sont parcourues par de petites vallées boisées offrant un paysage en mosaïque. Implantée sur des cuirasses, la végétation diffère en fonction de la profondeur du sol. Lorsque les sols sont profonds, les herbes hautes et denses peuvent être des *Andropogon schirensis* Hochst, 1850 ou encore des *Hyparrhenia diplandra* (Hack, 1919) et des *Loudetia arundinacea* Hochst, 1954. Ils portent également des ligneux tels que, *Terminalia glaucescens* Planch, 1849 ; *Bridelia ferruginea* Benth, 1849 et *Ficus glumosa* Delile, 1828 mais en faible densité, ce qui n'empêche pas le contraste de ces savanes avec les forêts environnantes souvent réduites à de simples galeries. La persistance de ces formations herbeuses dans une zone forestière tient à la fois à la faible épaisseur des sols et au passage régulier des feux de brousse (Schnell, 1987 ; Lamotte *et al.*, 2003 ; Lauginie, 2007).

Au-dessus de 1000 m d'altitude, les savanes montagnardes s'étendent sur les crêtes et pentes, au centre et au nord de la Réserve. Ce faciès est formé d'un couvert homogène largement dominé par la Graminée *Loudetia kagerensis* Schum, 1936. Orophile stricte, *Loudetia kagerensis* est remplacée dans la plaine environnante par l'espèce *Loudetia arundinacea* à laquelle est associée *Hyparrhenia subplumosa* Stapf, 1919 comme plante accessoire. A basse altitude, des modifications de la végétation se sont caractérisées par le développement de petits ligneux comme *Bridelia ferruginea*, *Ficus capensis* Hiern, 1900 et *Syzygium guineense* White, 1962 qui lui confèrent par endroits un faciès de verger. Vers 900 mètres d'altitude, l'arbuste *Protea occidentalis* Barbe, 1963 s'est répandu sur les pentes du versant. Sa taille diminue avec l'altitude et il disparaît à 1600 mètres d'altitude (Schnell, 1987 ; Lamotte *et al.*, 2003 ; Lauginie, 2007).

I-1-3-2– Faune

De par sa situation géographique, la région du Nimba abrite une grande richesse faunique. L'originalité du peuplement animal du Nimba est l'une des plus remarquables de toute la région Ouest africaine avec le crapaud vivipare (*Nimbaphrynoides occidentalis*) et le micropotamogale (*Micropotamogale lamottei* Heim de Balsac, 1954) qui ont fortement contribué à sa réputation (Lauginie, 2007). Dans la RNIMN, on note la présence de mammifères, d'oiseaux, de reptiles, de poissons et d'amphibiens.

Les grands mammifères sont devenus rares dans la Réserve. Quant aux petits mammifères, ils sont beaucoup plus abondants et variés. Les représentants des mammifères sont, le potto de Bosman (*Perodicticus potto* (Müller, 1766)), le galago de Demidoff (*Galagoides demidovii* (Fischer, 1806)), le colobe noir et blanc (*Colobus polykomos* (Zimmermann, 1780)), le colobe rouge (*Colobus badius* Kürl, 1820), le Mone de campbell (*Cercopithecus campbelli* Waterhouse, 1838), le diane (*Cercopithecus diana* (Linnaeus, 1758)), le pétauriste (*Cercopithecus buettikoferi* Jentink, 1886), le cercocèbe fuligineux (*Cercocebus atys* Audebert, 1797) et le chimpanzé (*Pan troglodytes verus* Schawz, 1934) pour les primates. Les rongeurs tels que, l'aulacode (*Trynomys swinderianus* (Temminck, 1827)), l'athérure (*Atherurus africanus* Gray, 1842), le porc-épic (*Hystrix cristata* Linnaeus, 1758), le rat de Gambie (*Cricetomys gambianus* Waterhouse, 1840) et le rat d'Emin (*Cricetomys emini* Wroughton, 1910) y ont été inventoriés (Lauginie, 2007). La Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba renferme également, trois espèces de pangolin, le pangolin à écailles tricuspidées (*Manis tricuspis* Rafinesque, 1820), le pangolin à longue queue (*Manis tetradactyla* Linnaeus, 1766) et le pangolin géant (*Manis gigantea* (Illiger, 1815)). La Réserve sert aussi de zone refuge aux carnivores tels que, la loutre à joues blanches (*Aonyx capensis* (Schinz, 1821)), la civette (*Viverra civetta* Pocock, 1915), la nandinie (*Nandinia binotata* (Gray, 1843)), la genette pardine (*Genetta pardina* (Geoffroy, 1832)), la genette servaline (*Genetta servalina* Pucheran, 1855), la genette de Johnston (*Genetta johnstoni* Pocock, 1808), la mangouste des marais (*Atilax paludinosus pluto* (Temminck, 1853)), la crossarche brune (*Crossarchus obscurus* (Cuvier, 1825)), la mangouste rouge (*Herpestes sanguineus* Rüppell, 1836), la mangouste du Libéria (*Liberiictis kuhni* Hayman, 1958), la panthère (*Panthera pardus* (Linnaeus, 1758)) et le chat doré (*Felis aurata* (Temminck, 1827)). De même, l'écosystème du Nimba abrite le daman d'arbre (*Dendrohyrax dorsalis* (Fraser, 1855)) et le daman de rocher (*Procavia capensis* (Pallas, 1766)). Le buffle (*Syncerus caffer nanus* Boddaert, 1785), le guib harnaché (*Tragelaphus scriptus* (Pallas, 1766)), le céphalophe noir (*Cephalophus niger* Gray, 1846), le

céphalophe à dos jaune (*Cephalophus sylvicultor* (Afzelius, 1815)), le céphalophe à bande dorsale noire (*Cephalophus dorsalis* Gray, 1846), le céphalophe de Maxwell (*Philantomba maxwellii* (Smith, 1827)), l'antilope royale (*Neotragus pygmaeus* (Linnaeus, 1758)), le potamochère (*Potamochoerus porcus* (Linnaeus, 1758)), l'hippopotame pygmée (*Hexaprotodon liberiensis* (Morton, 1849)) et le bongo (*Tragelaphus euryceros* (Ogilby, 1837)) sont connus de la Réserve mais la subsistance des deux dernières espèces est mise en doute. La présence de 46 espèces de Chiroptères a été confirmée sur les versants guinéen et libérien mais très peu de données sont connues du territoire ivoirien du massif (Lamotte & Roy, 2003 ; Lauginie, 2007).

Outre les mammifères, la zone des Monts Nimba renferme également un peuplement d'oiseaux riche d'environ 385 espèces. Parmi ces espèces, le calao à casque jaune (*Ceratogymna elata* Temminck, 1831), l'échenilleur à barbillons (*Lobotos lobatus* Temminck, 1824), le bulbul à queue verte (*Bleda eximius* Hartlaub, 1855), le bulbul à barbe jaune (*Crinifer olivaceus* (Swainson, 1837)), le bathmocerque à capuchon (*Bathmocercus cerviniventris* Sharpe, 1977), l'akalat à ailes rousses (*Illadopsis rufescens* Reichenow, 1878) et le picatharte de Guinée (*Picathartes gymnocephalus* (Temminck, 1825)) figurent sur la liste des espèces dont la protection est d'intérêt mondial. Les espèces comme, l'alouette à nuque rousse (*Mirafra africana henrici* Bates, 1930) sous-espèce endémique au Nimba, le pipit à long bec (*Anthus similis bannermani* (Jerdon, 1840)) et le tarrier pâtre (*Saxicola torquatus nebulorum* Bates, 1930) inféodées aux savanes herbeuses d'altitude ne se rencontrent en Côte d'Ivoire que sur les crêtes du Mont Nimba (Erard & Brosset, 2003 ; Lauginie, 2007). L'arrivée des migrateurs paléarctiques durant l'hiver enrichie considérablement l'avifaune autochtone des milieux herbacés du Nimba (Lamotte & Roy, 2003).

Chez les reptiles, 65 espèces dont le varan du Nil (*Varanus niloticus* (Linnaeus, 1766)), le crocodile à front large (*Osteolaemus tetraspis* Cope, 1861), le lézard (*Corphoscincopus durus* (Cope, 1862)), le python (*Python sebae* (Gmelin, 1789)) et la couleuvre (*Dispsadoboa unicolor* Günther, 1858) ont été inventoriées sur l'ensemble du massif (Lamotte & Roy, 2003 ; Lauginie, 2007).

L'ichtyofaune des collections d'eau du Nimba est représentée par 28 espèces de poissons dont la plupart ont été échantillonnées entre 400 et 500 m d'altitude. Seulement trois espèces, *Clarias salae* Hubrecht, 1881 ; *Amphilius atesuensis* Boulenger, 1904 et *Rhexipanchax nimbaensis* Lambert, 1958 sont orophiles et ont été capturées entre 1100 m et 1250 m (Daget & Iltis, 1965 ; Daget, 2003 ; Lamotte & Roy, 2003).

I-2– Faune des amphibiens

I-2-1– Classification

La classe des Amphibiens compte à ce jour 8302 espèces réparties en 547 genres et 75 familles (Frost, 2021). Les amphibiens appartiennent à trois ordres : les Gymnophiones ou Cécilies (Apodes), les Urodèles (Tritons et Salamandres) et les Anoures (Grenouilles et Crapauds).

I-2-1-1– Ordre des Gymnophiones

Les Gymnophiones sont des animaux mesurant entre 6 et 140 cm de long et dont les membres ont subi une régression complète, si bien qu'ils ressemblent beaucoup à des vers de terre (Nöllert & Nöllert, 2003) (Figure 3a). L'ordre des Gymnophiones est constitué de 214 espèces, regroupées en 34 genres et 10 familles (Frost, 2021). Les apodes, ont une peau visqueuse présentant de nombreux anneaux transversaux. Chez certains genres (*Ichthyophis*, *Caecilia*, *Hypogeophis*), de minuscules écailles sont incluses dans le derme. Ces amphibiens ont des yeux atrophiés, parfois dissimulés sous la peau et se limitant à discerner les différences d'intensité lumineuse. Le tympan perdu, ils possèdent une paire de tentacules sensoriels spéciaux s'insérant entre l'œil et la narine (Lecointre & Guyader, 2001 ; Raven *et al.*, 2007). La plupart des Gymnophiones vivent sous la terre humide, dans les bois en décomposition ou sous des débris végétaux, mais certains sont aquatiques (Wojnowski & Malonza, 2009 ; Doherty-Bone *et al.*, 2011). Les Gymnophiones sont essentiellement distribués dans les régions tropicales d'Amérique du Sud, d'Afrique et des Indes (Lecointre & Guyader, 2006).

I-2-1-2– Ordre des Urodèles

Les Urodèles sont des amphibiens possédant une queue aussi bien à l'état larvaire qu'à l'état adulte. De corps cylindrique et allongé, les Urodèles ont quatre (4) membres courts de longueur à peu près similaire (Figure 3b). Ces membres sont inaptés au saut, mais adaptés à la natation et à la marche. L'ordre des Urodèles renferment 766 espèces réparties en 69 genres et neuf (9) familles (Frost, 2021). Chez ces amphibiens, les yeux sont souvent bien développés, le tympan est absent, la peau est lisse et souvent vivement colorée. La plupart des Urodèles ont une longueur comprise entre 8 et 25 cm, mais certaines espèces notamment la grande sirène (*Siren lacertina*) et la salamandre géante de Chine (*Andrias davidianus*) peuvent atteindre jusqu'à 150 cm de long. Les Urodèles dépendent très fortement du milieu aquatique et leurs larves sont assez semblables aux adultes. Toutes les espèces décrites se rencontrent exclusivement dans

l'hémisphère Nord (Benito-Espinal, 1997 ; Lecointre & Guyader, 2001 ; Regester *et al.*, 2008 ; Berroneau *et al.*, 2010).

I-2-1-3– Ordre des Anoures

Les Anoures (grenouilles et crapauds) se reconnaissent par leurs longues pattes postérieures et par l'absence d'une queue à l'âge adulte (Figure 3c). Les membres postérieurs, plus longs que les membres antérieurs ont favorisé une aptitude particulière au saut et à la nage des individus (Lecointre & Guyader, 2001). L'ordre des Anoures est l'ordre le plus diversifié de la classe des Amphibiens avec 7322 espèces appartenant à 56 familles et 444 genres (Frost, 2021). Ces animaux ont un corps trapu et une tête généralement large avec des yeux proéminents. Leur peau peut être lisse ou d'aspect verruqueux, souvent vivement colorée et leur tympan est bien visible. Dans cet ordre seuls les têtards et les individus récemment métamorphosés sont pourvus d'une queue. Ils ont en majorité, une longueur (sans les pattes) comprise entre 2 et 25 cm. Contrairement aux autres ordres qui ne coassent pas, la vocalisation est un élément essentiel des stratégies reproductions des anoures. En effet, les coassements sont utilisés par les mâles pendant la période de reproduction pour attirer les femelles (Lecointre & Guyader, 2001). Les anoures se rencontrent dans divers types d'habitats (forêts équatoriales, déserts, toundras, montagnes) et fréquentent également les eaux douces et les terres humides. Généralement absents du milieu marin, certains anoures se sont adaptés aux eaux saumâtres (Benito-Espinal, 1997 ; Lecointre & Guyader, 2006).

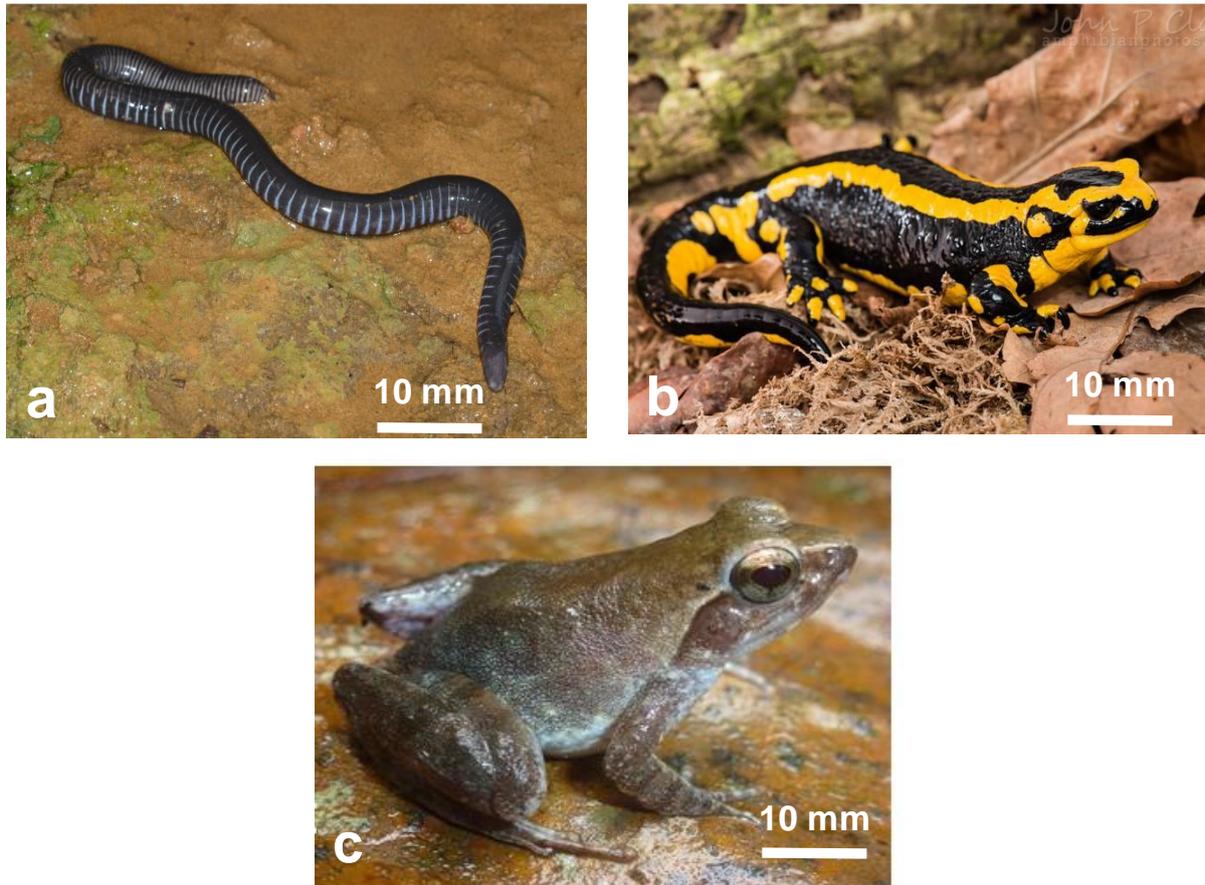


Figure 3 : Espèces d’amphibiens appartenant à l’ordre des Gymnophiones (a), Urodèles (b) et Anoures (c).

a : *Geotrypetes seraphini*, photo de Clare J. P ; b : *Salamandra salamandra*, photo de Burger M ; c : *Phrynobatrachus liberiensis*, photo de Kouamé N. G.

I-2-2–Biologie et écologie

Les Amphibiens ou batraciens sont apparus sur terre, il y a plus de 300 millions d’années (Dubois, 2008). Du grec « amphibios », le mot « Amphibien » définit une créature ayant un cycle de vie biphasique, à savoir une phase aquatique et une phase terrestre (Berroneau *et al.*, 2010). Si la plupart des amphibiens occupent les milieux d’interface et présentent un cycle de vie biphasique, avec l’alternance d’une phase aquatique (œufs et larves aquatiques) puis au terme d’une métamorphose, d’une phase terrestre (stade juvénile, puis adulte), il existe également certaines espèces qui demeurent toute leur vie dans l’eau ou sont au contraire totalement affranchies du milieu aquatique (Joly & Morand 1997 ; Dubois, 2001 ; Nöllert & Nöllert, 2003).

A l'exception des océans et des parties gelées de l'Arctique et de l'Antarctique, ces vertébrés peuplent tous les habitats terrestres y compris les habitats dulçaquicoles et saumâtres (Baillie *et al.*, 2010). Les amphibiens sont des animaux poïkilothermes ayant une peau nue, humide et très perméables. Chez l'adulte, la respiration se fait par la peau (respiration cutanée) et par les poumons (respiration pulmonaire) avec une circulation sanguine double et imparfaite alors que chez le têtard, la respiration n'est que branchiale (Duellman & Trueb, 1986 ; Feder & Burggren, 1992 ; Eckert, 1999). La reproduction chez les amphibiens se fait soit, par oviparité ou par viviparité (Angel & Lamotte, 1944 ; Lamotte & Xavier, 1972).

I-2-3– Amphibiens de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba

Kanga *et al.* (2021) rapportent que la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba est riche de 53 espèces réparties en 17 genres et 12 familles (Tableau I). De ces 53 espèces 30,19 % (soit 16 espèces) sont endémiques à l'ouest de la Haute Guinée et 3,77 % (soit 2 espèces) sont endémiques au Mont Nimba. Quant aux autres espèces, elles ont une distribution un peu plus large à travers l'Afrique subsaharienne. Dans la RNIMN, les familles les plus diversifiées du peuplement d'amphibiens sont, celles des Hyperoliidae, des Phrynobatrachidae et des Ptychadenidae avec respectivement 13, 11 et 10 espèces. Selon la liste rouge de UICN (2023), de l'ensemble des 53 taxons d'Amphibiens inventoriés dans la RNIMN, deux espèces (*Hyperolius nimbae* et *Phrynobatrachus annulatus*) sont en danger et une espèce (*Nimbaphrynoides occidentalis*) est en danger critique d'extinction.

Généralités

Tableau I : Liste des Amphibiens de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba selon Kanga *et al.* (2021).

Familles	Genres	Espèces	Statut UICN
Arthroleptidae	<i>Arthroleptis</i>	<i>Arthroleptis cruscolum*</i>	NT
		<i>Arthroleptis</i> sp.	NE
	<i>Astylosternus</i>	<i>Astylosternus occidentalis*</i>	LC
	<i>Cardioglossa</i>	<i>Cardioglossa occidentalis</i>	NE
	<i>Leptopelis</i>	<i>Leptopelis macrotis</i>	NT
		<i>Leptopelis occidentalis</i>	NT
		<i>Leptopelis spiritusnoctis</i>	LC
<i>Leptopelis viridis</i>		LC	
Bufonidae	<i>Nimbaphrynoides</i>	<i>Nimbaphrynoides occidentalis**</i>	CR
		<i>Sclerophrys maculata</i>	LC
	<i>Sclerophrys</i>	<i>Sclerophrys regularis</i>	LC
		<i>Sclerophrys togoensis</i>	LC
Conrauidae	<i>Conraua</i>	<i>Conraua alleni*</i>	LC
Dicroglossidae	<i>Hoplobatrachus</i>	<i>Hoplobatrachus occipitalis</i>	LC
Hemisotidae	<i>Hemisis</i>	<i>Hemisis marmoratus</i>	LC
		<i>Afrixalus</i>	<i>Afrixalus dorsalis</i>
Hyperoliidae	<i>Hyperolius</i>	<i>Afrixalus fulvovittatus</i>	LC
		<i>Hyperolius chlorosteus*</i>	LC
		<i>Hyperolius concolor</i>	LC
		<i>Hyperolius fusciventris*</i>	LC
		<i>Hyperolius guttulatus</i>	LC
		<i>Hyperolius lamottei*</i>	LC
		<i>Hyperolius nimbae**</i>	EN
		<i>Hyperolius picturatus</i>	LC
		<i>Hyperolius soror*</i>	DD
		<i>Hyperolius. cf. sylvaticus</i>	LC
		<i>Hyperolius</i> sp.*	NE
		<i>Kassina</i>	<i>Kassina cochranæ*</i>
Odontobatrachidae	<i>Odontobatrachus</i>	<i>Odontobatrachus arndti*</i>	NT
		<i>Phrynobatrachus alleni</i>	LC
Phrynobatrachidae	<i>Phrynobatrachus</i>	<i>Phrynobatrachus annulatus</i>	EN
		<i>Phrynobatrachus francisci</i>	LC
		<i>Phrynobatrachus fraterculus*</i>	LC
		<i>Phrynobatrachus guineensis*</i>	LC
		<i>Phrynobatrachus gutturosus</i>	LC
		<i>Phrynobatrachus latifrons</i>	LC

CR = en danger critique, EN = en danger, NT = quasi menacée, LC = préoccupation mineure, DD = donnée insuffisante, NE = non évalué selon la liste rouge de l'UICN.

Généralités

Tableau I (suite et fin) : Liste des amphibiens de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba selon Kanga *et al.* (2021).

Familles	Genres	Espèces	Statut UICN
Phrynobatrachidae	<i>Phrynobatrachus</i>	<i>Phrynobatrachus liberiensis</i>	LC
		<i>Phrynobatrachus natalensis</i>	LC
		<i>Phrynobatrachus phyllophilus</i>	LC
		<i>Phrynobatrachus tokba</i>	LC
Pipidae	<i>Xenopus</i>	<i>Xenopus tropicalis</i>	LC
Ptychadenidae	<i>Ptychadena</i>	<i>Ptychadena arnei</i>	LC
		<i>Ptychadena bibroni</i>	LC
		<i>Ptychadena longirostris</i>	LC
		<i>Ptychadena oxyrhynchus</i>	LC
		<i>Ptychadena pujoli*</i>	DD
		<i>Ptychadena pumilio</i>	LC
		<i>Ptychadena retropunctata*</i>	LC
		<i>Ptychadena stenocephala</i>	LC
		<i>Ptychadena submascareniensis*</i>	DD
<i>Ptychadena. tournieri</i>	LC		
Ranidae	<i>Amnirana</i>	<i>Amnirana albolabris</i>	NE
Rhacophoridae	<i>Chiromantis</i>	<i>Chiromantis rufescens</i>	LC

* = Taxons endémiques à l'ouest de la Haute Guinée (défini comme toute aire de répartition dans l'ouest de la Côte d'Ivoire et au-delà de la partie ouest du pays).

** = Taxons endémiques à la chaîne de montagneuse du Nimba.

I-3– Présentation des espèces étudiées

I-3-1– *Conraua alleni* (Barbour & Loveridge, 1927)

Conraua alleni est une espèce généralement nocturne vivant préférentiellement dans les cours d'eau des forêts tropicales et des plaines submontagnardes jusqu'à 1000 m d'altitude. Le comportement de fuite des individus à proximité des rivières est de sauter dans l'eau. Une fois dans l'eau, les individus ont été observés s'enfouissant dans les sédiments et sous les feuilles au fond de la rivière. Chez cette espèce, les œufs sont pondus et déposés sous l'eau et accrochés à la végétation ou aux pierres dans les cours près des rapides. La répartition de *Conraua alleni* est limitée à la région ouest de la Côte d'Ivoire, de la Guinée, du Libéria et de la Sierra Leone (Channing & Rödel, 2019).

I-3-2– *Hyperolius chlorosteus* (Boulenger, 1915)

L'espèce *Hyperolius chlorosteus* est une grenouille arboricole de grande taille (33-37 mm) vivant en hauteur dans la végétation le long des cours d'eau. Cette grenouille brune se trouve largement dispersée dans les forêts tropicales primaires ouest africaines allant de la Côte d'Ivoire à la Sierra Leone. Chez *Hyperolius chlorosteus*, les œufs sont pondus et déposés sur les feuilles ou sur des rochers au dessus de l'eau. Les mâles coassent seuls et loin les uns des autres depuis les branches des arbres rarement en dessous de deux à trois mètres du sol (Channing & Rödel, 2019 ; AmphibiaWeb, 2022).

I-3-3– *Hyperolius lamottei* Laurent, 1958

Hyperolius lamottei est un petit *Hyperolius* (20-27 mm) typique des savanes de haute altitude dans les zones montagneuses de l'ouest de l'Afrique occidentale. Les spécimens de *Hyperolius lamottei* sont caractérisés par la présence sur le dos d'une ligne vertébrale et deux lignes dorso-latérales sombres. Ils se rencontrent dans les herbes recouvrant de petites flaques d'eau temporaires, les mares et dans les bas-fonds marécageux. Chez *Hyperolius lamottei*, les œufs sont pondus et déposés sous l'eau. Elle est répartie dans quatre pays ouest africain dont la Côte d'Ivoire, la Guinée, le Libéria et la Sierra Leone (Channing & Rödel, 2019 ; AmphibiaWeb, 2022).

I-3-4– *Hyperolius nimbae* Laurent, 1958

Hyperolius de grande taille (30-38 mm), l'espèce *Hyperolius nimbae* est endémique au Mont Nimba. Elle est très rependue dans le sud-est correspondant à la partie ivoirienne du massif. Espèce typique des clairières des forêts de basses altitudes, *Hyperolius nimbae* présente une peau galbée ou verruqueuse. Elle se rencontre dans les plantations autour des marécages et dans les herbes bordant de grands marécages probablement temporaires. Bien que cachés entre les feuilles et difficile à apercevoir, les mâles coassent jusqu'à plusieurs mètres au dessus du sol (Channing & Rödel, 2019 ; AmphibiaWeb, 2022).

I-3-5– *Kassina cochranæ* (Loveridge, 1941)

L'espèce *Kassina cochranæ* est une grenouille arboricole nocturne de taille moyenne. Les mâles robustes avec les membres courts coassent des branches des buissons et des arbres situés deux à quatre mètres de hauteur dans la forêt. Bien qu'associée à une faune forestière typique,

l'espèce est également rencontrée dans des sites plus exposés en bordures d'étangs, des forêts secondaires ouvertes, des lisières de forêts ainsi que des savanes humides et des savanes montagnardes à proximité des forêts. Chez *Kassina cochranæ*, la reproduction se fait dans des trous temporaires ou permanents de taille moyenne à grande avec la végétation. Lorsque ces grenouilles se sentent menacées, elles s'enroulent en formant une boule. Elles sont connues en Guinée, en Sierra Leone, au Liberia et à l'extrême ouest de la Côte d'Ivoire jusqu'à 900 m d'altitude (Channing & Rödel, 2019 ; AmphibiaWeb, 2022).

I-3-6– *Odontobatrachus arndti* Barej, Schmitz, Penner, Doumbia, Sandberger-Loua, Emmrich, Adeba & Rödel, 2015

Odontobatrachus arndti est une espèce nocturne vivant dans les cascades le long des cours d'eau à débit rapide. Elle est également observée dans la végétation basse près des eaux rapides et le long des chutes d'eau. L'espèce est connue dans les monts Nimba, les monts Gangra et Déré en Guinée et au Liberia, ainsi que le mont Sangbé dans la région occidentale de la Côte d'Ivoire. Bien que l'espèce *Odontobatrachus arndti* soit présente dans certaines zones protégées (Parc National du Mont Sangbé en Côte d'Ivoire, Réserve de Biosphère de l'UNESCO du Mont Nimba en Côte d'Ivoire et en Guinée), son aire de répartition connaît un déclin continu de la qualité de l'habitat. Les principales raisons de ce déclin sont entre autres la conversion agricole, l'exploitation forestière, l'urbanisation et l'exploitation minière. De ce fait, l'espèce est classée <<quasi menacée>> sur la liste rouge de l'UICN des espèces menacées (Barej *et al.*, 2015 ; Channing & Rödel, 2019 ; UICN, 2019 ; AmphibiaWeb, 2022).

I-3-7– *Ptychadena submascareniensis* (Guibé & Lamotte, 1953)

Ptychadena submascareniensis est un petit ranidé avec un corps plutôt compact et un museau moyennement pointu. La taille des spécimens de cette espèce atteint entre 26 mm et 33 mm. *Ptychadena submascareniensis* se reproduit dans les étangs peu profonds et des flaques d'eau. Espèce de savane et de prairie de montagne, *Ptychadena submascareniensis* a été observé à Loma en Sierra Leone aux monts Bero et Simandou en Guinée et au Mont Nimba dans le sud de la Guinée, en Côte d'Ivoire et au Libéria (Channing & Rödel, 2019 ; UICN, 2019 ; AmphibiaWeb, 2022).

CHAPITRE II :
MATERIEL ET
METHODES

II-1– Matériel

La réalisation de cette étude a nécessité l'utilisation de deux types de matériel : un matériel biologique et un matériel technique.

II-1-1– Matériel biologique

L'étude effectuée a concerné les spécimens de sept espèces d'amphibiens endémiques à la région du Mont Nimba (region couvrant la chaîne du Mont nimba et ses environs immédiats). Il s'agit de *Conraua alleni*, *Hyperolius chlorosteus*, *Hyperolius lamottei*, *Hyperolius nimbae*, *Kassina cochranæ*, *Odontobatrachus arndti* et *Ptychadena submascareniensis* qui sont des espèces rares, menacées et peu connues.

II-1-2– Matériel technique

II-1-2-1– Matériel de mesure des paramètres physiques

Les paramètres abiotiques tels que la température et l'humidité relative de l'air ont été mesurés à l'aide d'un thermohygromètre de type REED LM-81HT. Les coordonnées géographiques des sites d'étude ont été relevées grâce à un GPS (Global Positioning System) de type Garmin eTrex 20 (Figure 4a).

II-1-2-2– Matériel d'échantillonnage des amphibiens

Le matériel utilisé pour l'échantillonnage des amphibiens est composé de :

- un ruban fluorescent, pour matérialiser les sites d'échantillonnage des anoures ;
- un filet troubleau d'ouverture 40 cm de diamètre, de hauteur de chute 50 cm et de maille 5 mm, pour la capture des espèces aquatiques (Figure 4b) ;
- une lampe torche de poche et une lampe frontale, pour les échantillonnages nocturnes (Figure 4c) ;
- un pied à coulisse en plastique de précision 0,5 mm, pour les différentes mensurations (e.g. : longueur standard = longueur museau-anus) des spécimens capturés ;
- un appareil photographique numérique de type CANON PowerShot A 3500 IS, pour les prises d'images des spécimens et leurs habitats ;
- un aquarium en plastique, pour la collecte et le transport des grenouilles (Figure 4d) ;
- un dictaphone "Huawei Y9", pour l'enregistrement des coassements des grenouilles mâles ;

Matériel et méthodes

- une solution de chlorobutanol et de l'alcool éthylique à 70% respectivement, pour l'anesthésie et la conservation des spécimens de référence (Figure 4e) ;
- un bocal en verre pour la conservation des spécimens de référence (Figure 4f).
- un double décimètre, pour mesurer la circonférence des végétaux ligneuse et l'épaisseur de la litière dans le sous-bois.



Figure 4 : Matériels d'échantillonnage et de conservation d'amphibiens.

GPS (a), filet troubleau (b), lampe torche (c), aquarium (d), alcool éthylique à 70 % (e), bocal en verre avec fermeture plastique (f).

II-2– Méthodes

II-2-1– Choix des sites d'échantillonnage et établissement des transects

II-2-1-1– Sites d'échantillonnage

Dans le but d'obtenir un échantillonnage représentatif, neuf (09) sites d'échantillonnage ont été choisis au cours d'une prospection préliminaire (de juin à juillet 2019) en tenant compte de divers types d'habitats (Heyer *et al.*, 1994 ; Rödel & Ernst, 2004). Il s'agit notamment des forêts primaires et des forêts secondaires, des habitats ouverts et des habitats fermés, des zones perturbées et des zones non perturbées par les activités anthropiques. Les habitats humides qui sont généralement des sites de reproduction des amphibiens ont aussi orienté le choix des sites.

Matériel et méthodes

Quatre sites (S1, S2, S3, et S8) ont été choisis dans les habitats caractérisés par la présence de formations herbeuses. De ces quatre sites, les sites S1, S2 et S3 sont situés dans la zone savanicole (prairie montagnarde) de la RNIMN, tandis que le site S8 se trouve dans une zone marécageuse située à la périphérie de Réserve. Le site S9 est un champ mixte de cacaoyer, de caféier et de bananier. Les sites S4, S5, S6 (situés dans la zone centrale de la Réserve) et S7 (situé à la périphérie de Réserve) sont des habitats boisés. La figure 5 présente une vue partielle de quelques habitats échantillonnés dans la Réserve.

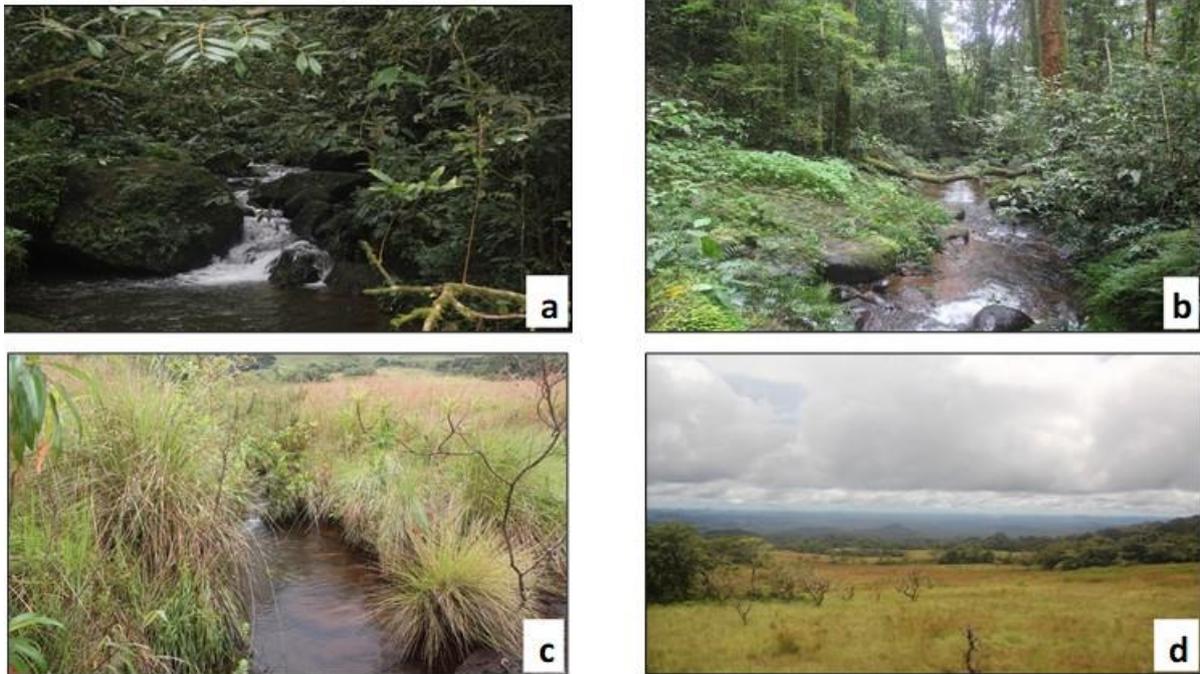


Figure 5 : Vues partielles de quelques habitats prospectés dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba en vue de l'étude sur les amphibiens.

(a) et (b) = habitat fermé humide ; (c) = habitat ouvert humide ; (d) = habitat ouvert sec.

II-2-1-2– Transects d'échantillonnage

Dans chaque site d'échantillonnage, a été établi un transect rectangulaire qui mesure 200 m de long et 100 m de large (soit 600 m de périmètre) tel que défini par Heyer *et al.* (1994), Rödel & Ernst (2004), Assemian (2009) et Kouamé (2009) (Figure 6). Au total, neuf transects ont été tracés dans différents habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Le transect rectangulaire est une combinaison des techniques d'échantillonnage par quadrat et par transects linéaires. La technique d'échantillonnage par quadrat ou par parcelle a consisté à établir une série de carrés de 25 m de côté disposés au hasard sur un site pour l'échantillonnage des amphibiens. Elle est souvent utilisée pour déterminer la richesse spécifique, l'abondance et

la densité d'un site. La technique d'échantillonnage par transect linéaire quant à elle, utilise des transects linéaires au lieu des carrés et peut fournir des données semblables sur des gradients d'habitats (Jaeger, 1994 ; Jaeger & Inger, 1994). L'avantage des transects rectangulaires est de fournir la possibilité d'augmenter ou de réduire facilement les données sans négliger la diversité des habitats (Rödel & Ernst, 2004).

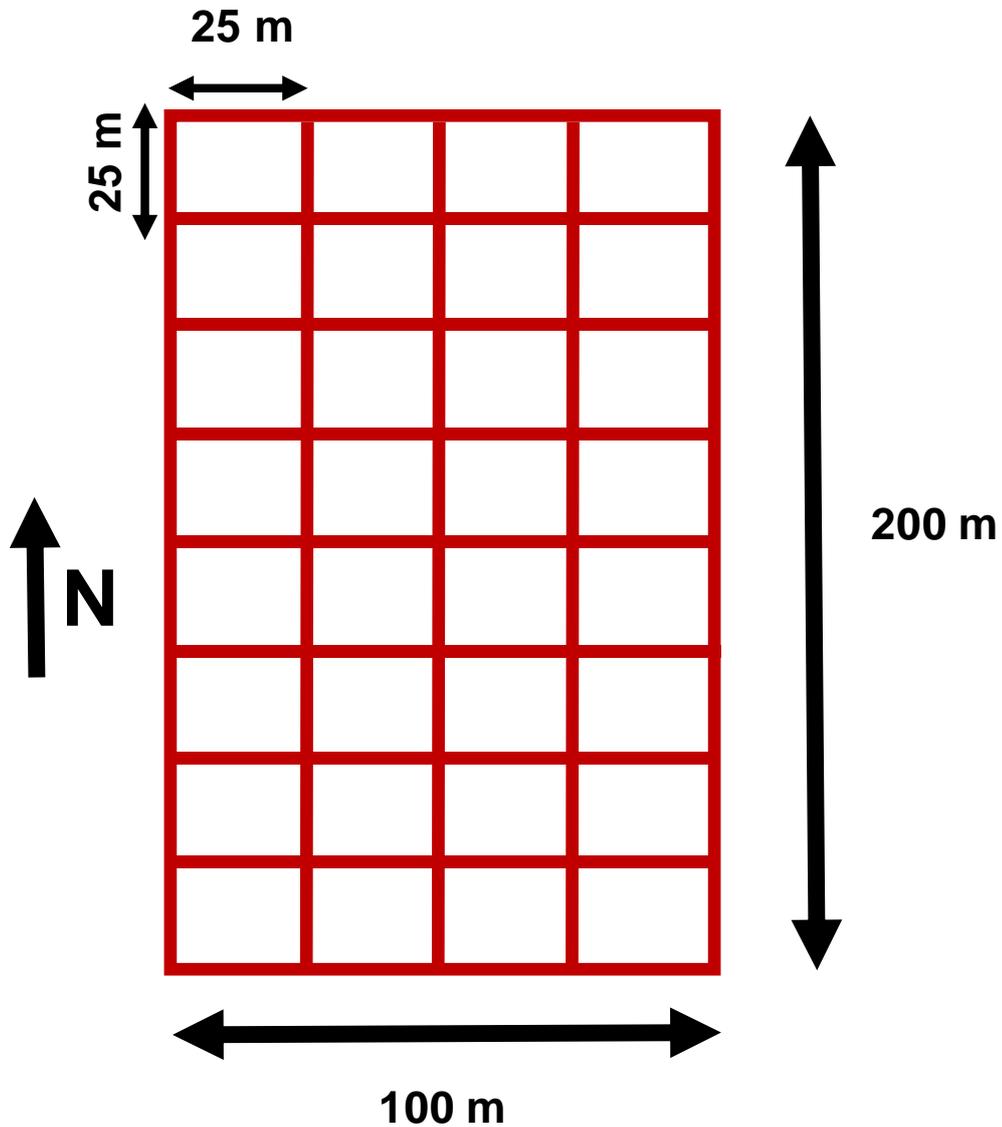


Figure 6 : Représentation schématique d'un transect rectangulaire

II-2-2–Description des transects rectangulaires

Les transects d'échantillonnage ont été matérialisés sur la figure 7 et le tableau II répertorie les coordonnées géographiques ainsi que les principales caractéristiques des différents transects. Les transects T1, T2, T3 et T8 sont des habitats ouverts caractérisés par une végétation

Matériel et méthodes

herbacée, principalement graminéenne colonisant les amas de blocs granitiques. Quant aux transects T4, T5, T6, T7, et T9 plus ou moins fermés, ils sont caractérisés par des végétaux ligneux (Zone boisée).

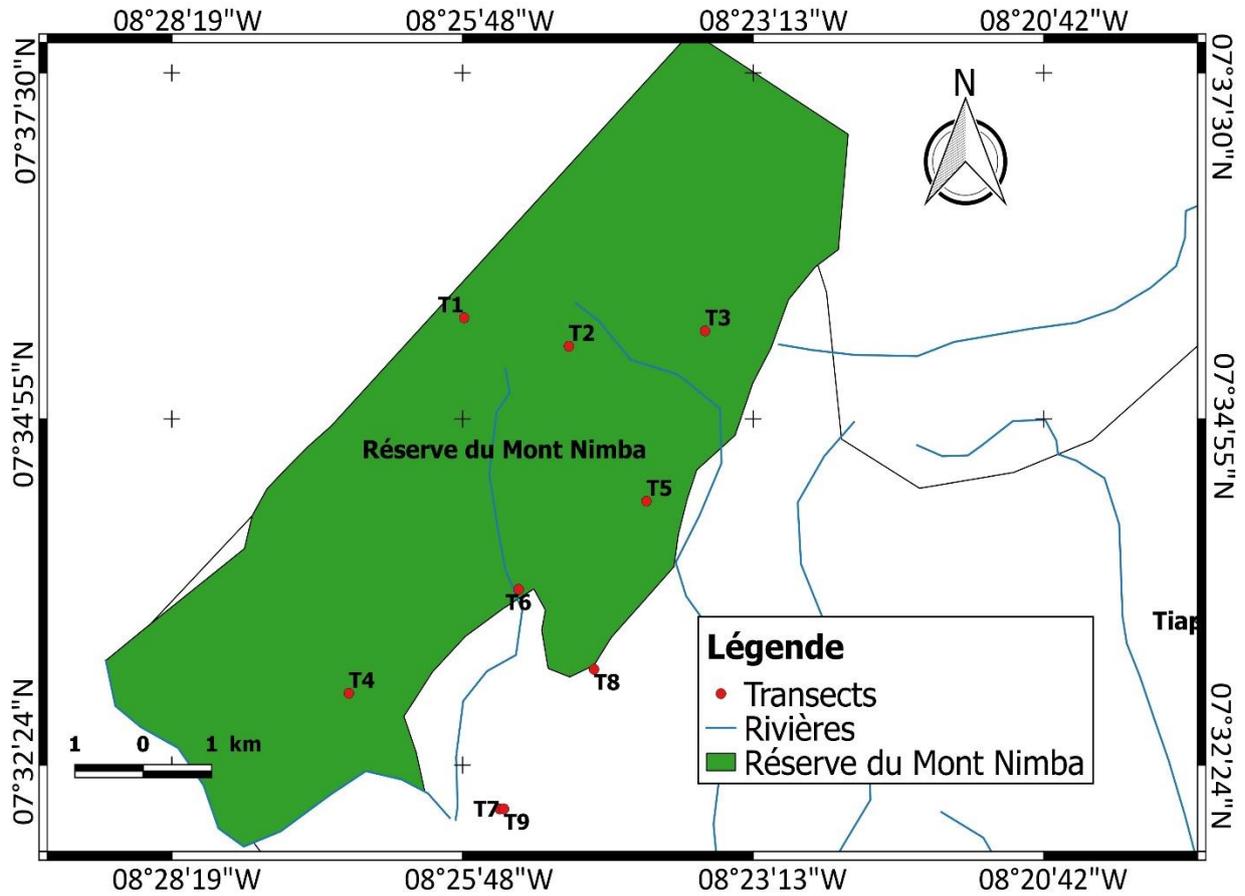


Figure 7 : Localisation des transects d'échantillonnage.

(T1= Transect 1 ; T2= Transect 2 ; T3= Transect 3 ; T4= Transect 4 ; T5= Transect 5 ; T6= Transect 6 ; T7= Transect 7 ; T8= Transect 8 ; T9= Transect 9).

Matériel et méthodes

Tableau II : Principales caractéristiques des transects et leurs coordonnées géographiques.

Transects	Coordonnées géographiques	Couvert végétal	Point d'eau	Pression anthropique
T1	07°35'40"N/008°25'47"W	herbacé	néant	très faible
T2	07°35'27"N/008°24'57"W	herbacé	rivière+ruisseaux	très faible
T3	07°35'34"N/008°23'52"W	herbacé	ruisseaux	très faible
T4	07°32'48"N/008°26'42"W	boisé	rivière	très faible
T5	07°34'16"N/008°24'20"W	boisé	rivière	très faible
T6	07°32'7"N/008°25'2"W	boisé	cascade+torrent	très faible
T7	07°31'55"N/008°25'30"W	boisé	rivière	faible
T8	07°32'59"N/008°24'45"W	herbacé	marécage	forte
T9	07°31'55"N/008°25'28"W	boisé	rivière	forte

II-2-3– Collecte des données

La collecte des données s'est effectuée mensuellement sur une période de 12 mois, allant d'août 2019 à juillet 2020. Les échantillonnages ont été réalisés sur l'ensemble des transects par une équipe de trois (3) personnes pendant neuf (9) jours au cours de chaque mois (à raison d'un jour par transect). Chaque jour, les données ont été collectées pendant sept (7) heures. Cette collecte de données s'est déroulée en deux phases : un échantillonnage diurne de 6h30 mn à 9h30 mn et un échantillonnage nocturne de 18h00 mn à 22h00 mn (notons que l'humidité relative de l'air étant élevée à ces heures).

II-2-3-1– Mesure de la température et de l'humidité relative de l'air

La température et l'humidité relative de l'air ont été mesurées à chaque point d'échantillonnage. Ces mesures ont été réalisées au début et à la fin de chaque échantillonnage faunique.

II-2-3-2– Caractérisation des habitats prospectés

La caractérisation de la végétation a pris en compte les paramètres telles que la canopée, les densités des arbres et arbustes et l'épaisseur de la litière. L'estimation de la canopée et de la densité des végétaux ligneux (arbres et arbustes) ont été effectuées selon la méthodologie proposée par Rödel & Ernst (2004). La couverture de la canopée a été estimée visuellement, par le même observateur selon l'échelle suivante : inférieur à 25 % pour les sites ouverts, compris entre 25 et 50 % pour les sites clairsemés et supérieur 50 % pour les sites dits fermés. Quant à la densité des végétaux ligneux, elle a été évaluée sur une surface de 4 m² le long des layons de chaque transect. Pour ce faire, les végétaux ont été préalablement regroupés en fonction des circonférences de leur tronc à la hauteur de la poitrine (Châtelain *et al.*, 1996 ; Pearman, 1997 ; Rödel & Ernst, 2004). Les plantes dont la circonférence du tronc est comprise entre 5 et 20 cm ont été appelées "arbustes" et celles dont la circonférence du tronc excède 20 cm ont été nommées "arbres" (Châtelain *et al.*, 1996 ; Pearman, 1997 ; Rödel & Ernst, 2004). Concernant l'épaisseur de la litière, elle a été évaluée en mesurant la dénivellation entre la couche supérieure et la couche de litière en contact avec le sol. Ce paramètre est mesuré à l'aide d'un double décimètre et uniquement dans les habitats du sous-bois.

La canopée, la densité des plantes ligneuses et l'épaisseur de la litière, considérées comme invariant sur la période d'échantillonnage, ont été mesurées une fois (Rödel & Ernst, 2004 ; Assemian, 2009 ; Kouamé, 2009).

II-2-3-3–Echantillonnage des amphibiens

Dans cette étude, deux méthodes ont été utilisées simultanément pour échantillonner les grenouilles. Il s'agit de la technique acoustique et de la méthode de capture.

II-2-3-3-1–Technique acoustique

La technique acoustique consiste à identifier la présence d'un anouère par l'écoute de ses coassements. Chez les anouères, les coassements ne sont émis généralement que par les mâles et sont similaires entre les individus d'une même espèce mais différents d'une espèce à une autre (Rödel, 2000 ; Assemian *et al.*, 2006 ; Kouamé *et al.*, 2018). A travers l'écoute des coassements spécifiques à l'intérieur des transects, le nombre de spécimens (pour chaque espèce) qui chantent a été pris en compte. Pour y parvenir, des traversées (par la marche) des habitats tout en écoutant les coassements ont été effectuées. Au cours de cette marche, les spécimens des

habitats déjà traversés n'ont pas été pris en compte. Les coassements spécifiques des différentes espèces échantillonnées ont été enregistrés à l'aide d'un dictaphone.

II-2-3-3-2–Technique de capture

La collecte des données a été effectuée dans les neuf transects selon les méthodes adoptées par Donnelly & Guyer (1994), Heyer *et al.* (1994), Parris (1999) et Hsu *et al.* (2005). Il s'est agi de faire des captures des différents spécimens en fouillant dans les habitats de préférence des amphibiens tels que les alentours des bas-fonds marécageux, les sols humides et les végétations bordant les plans d'eau (les ruisseaux, les mares et les rivières). En outre du fait de la petite taille de certains anoures, ils ont été capturés à l'aide de boîtes de capture. Après l'échantillonnage, les spécimens capturés ont fait l'objet d'un relevé des paramètres métriques et morphologiques. A la suite des relevés réalisés, les spécimens ont été relâchés dans leur site respectif de capture. Un nombre de quatre à cinq spécimens de chaque espèce a été prélevé grâce à un permis de prélèvement (Annexe 1). Ces spécimens prélevés ont été euthanasiés dans une solution de chlorobutanol, puis conservés dans de l'alcool éthylique à 70 % comme spécimens de références (Kouamé, 2009 ; Kouamé *et al.*, 2022).

II-2-3-4–Données morphologiques et biométriques des amphibiens

Les différents spécimens échantillonnés ont été identifiés à l'aide des clés d'identification de Lamotte & Xavier (1981), de Rödel (2000) et de Channing & Rödel (2019). L'identification des spécimens capturés a consisté à les examiner et à distinguer des unités taxonomiques sur la base des caractères morphologiques identiques ou différents.

Au cours de cette étude, deux types de paramètres ont été relevés sur chaque individu selon la méthode proposée par Rödel (2000), Assemian (2009) et Neira-Salemea *et al.* (2021). Ce sont : les descripteurs qualitatifs pour les caractères morphologiques et les descripteurs quantitatifs pour les caractères métriques.

II-2-3-4-1–Données morphologiques

De nombreux caractères morphologiques ont été pris en compte afin de distinguer les espèces d'amphibiens, mais les plus spécifiques sont la tête, les membres et la peau (Lamotte & Xavier, 1981).

- Tête

Chez les amphibiens anoures, la tête peut être large, arrondie ou pointue en fonction de la forme du museau de l'espèce considérée (Figure 8a, 8b et 8c). En plus de la forme de la tête, la position des yeux et la forme des pupilles sont déterminantes dans la description des anoures (Lamotte & Xavier, 1981). Cependant, la forme des pupilles se révèle être le meilleur caractère. Les pupilles peuvent être arrondies, horizontales ou verticales (verticale chez les *Kassina* et horizontale chez les *Hyperolius*) (Figure 8d, 8e et 8f). En outre, situé à l'arrière de l'œil, le tympan est également un bon caractère de description. Suivant les espèces, le tympan peut être externe ou recouvert de peau et dans ce cas il est distinct ou caché.

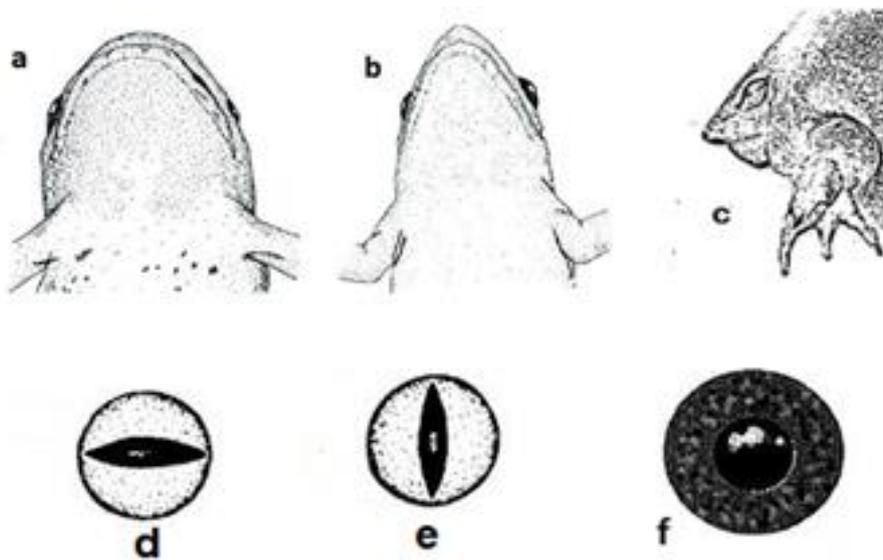


Figure 8 : Forme des museaux et des pupilles de quelques anoures.

(a) : Museau arrondi ; (b) : Museau peu pointu ; (c) : Museau pointu ; (d) : pupille horizontale
(e) : pupille verticale ; (f) : pupille ronde (Source : Thireau, 1965 ; Lamotte & Xavier, 1981).

- Membres : pattes antérieures et postérieures

Chez les anoures, les pattes peuvent être longues ou courtes, minces ou grosses. Les mains portent quatre doigts chacune et les pieds cinq orteils chacun. La présence, la forme et l'importance des tubercules tarsiens et métatarsiens, la palmure entre les doigts et les orteils, la forme des extrémités des doigts et des orteils, la présence ou l'absence de disques adhésifs et de structures cornées transformées en griffes ont été également utilisées (Figure 9a, 9b, 9c et 9d). Concernant les palmures, une formule palmaire est déterminée en regardant le niveau de palmure entre les cinq orteils du pied et le nombre de phalanges libres sur chaque doigt (phalanges non atteintes par la palmure) (Figure 9e) (Lamotte & Ohler, 1997).

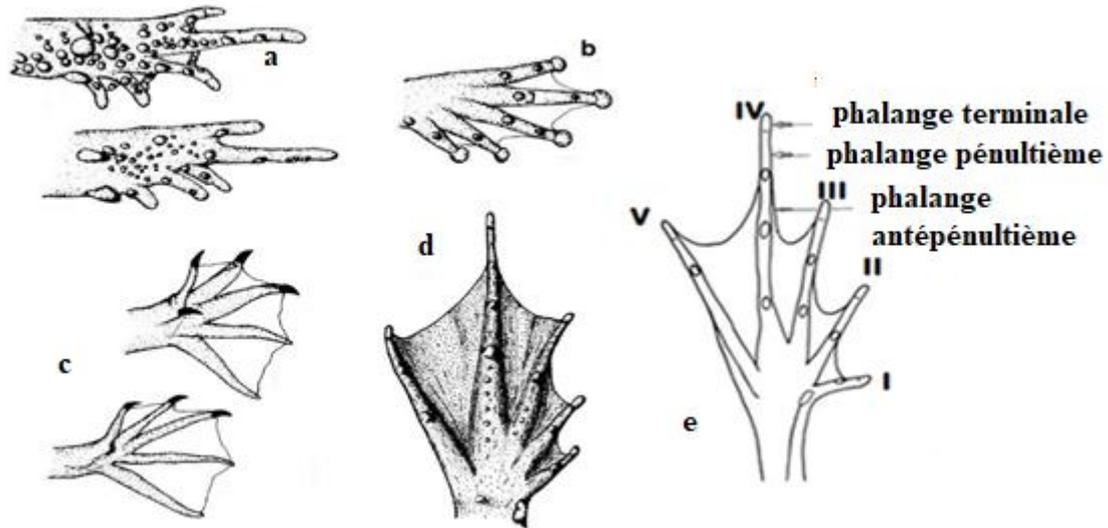


Figure 9 : Forme des pattes des Aoures.

(a) : patte avec des tubercules tarsiens et métatarsiens ; (b) : patte avec des disques adhésifs ; (c) : patte avec des structures cornées ; (d) : patte avec des palmures ; (e) : exemple de formule palmaire de *Ptychadena bibroni* : I (1+1/2) – (2) II (1+1/2) – (2+2/3) III (1+1/2) – (2+2/3) IV (2+1/2) – (1) V (Lamotte & Ohler, 1997 ; Rödel, 2000).

- Peau

La peau des anoures présente différents types de structures. Elle peut être luisante, verruqueuse ou lisse. Selon Lamotte & Xavier (1981) et Lamotte (1986), ces types de peau dépendent de la disposition des glandes épidermiques qui sont parfois isolées ou groupées en amas, plus ou moins volumineuse. En effet les glandes muqueuses et les glandes granuleuses y sont observées. Les espèces possédant des glandes muqueuses ont une peau humide, molle, glissante ou lisse grâce à la sécrétion d'un mucus fluide et transparent (Rödel, 2000). Quant aux glandes granuleuses, elles sécrètent un liquide onctueux et laiteux toxique caractéristiques de certaines espèces. Ces types de peau présentent un aspect rugueux avec des granules plus ou moins gros selon les espèces (Lamotte & Xavier, 1981 ; Stebbins, 1995 ; Rödel, 2000 ; Ayoro, 2021). En outre, le patron de coloration de la peau a été utilisé pour décrire les espèces. La coloration de la peau peut être fixe ou variable selon les espèces, les genres ou les familles.

- Dimorphisme sexuel

Plusieurs caractères externes permettant de distinguer les deux sexes ont été pris en compte dans la reconnaissance des espèces. Parmi ces caractères, figure la taille, généralement plus grande chez les femelles que chez les mâles. Outre la taille, les sacs vocaux ont été également utilisés pour différencier les mâles et les femelles chez les espèces qui en possèdent. En effet, les mâles possèdent des sacs vocaux caractéristiques, qui sont flasques au repos et qui, lorsqu'ils sont gonflés d'air, sont distendus et sphériques (Figure 10a et 10b). Lorsque les sacs vocaux sont sous la peau non modifiée, ils sont dits internes et quand ils font saillir étant gonflés, ils sont dits externes. Selon les espèces, les sacs vocaux peuvent être uniques et médians ou doubles et latéraux (Figure 10b et 10c). Dans le dernier cas, la fente du sac peut avoir une position supère ou infère (Figure 10d et 10e). De plus, chez les mâles de certaines espèces d'Anoures, il apparaît sur le bras et les cuisses des glandes supra-métacarpiennes et des glandes fémorales (Figure 10f et 10g). Cependant, le dimorphisme sexuel étant difficilement observable chez certaines espèces et dans ce cas l'abdomen inférieur de chaque spécimen examiné a été palpé afin de déterminer les femelles à travers la présence des œufs.

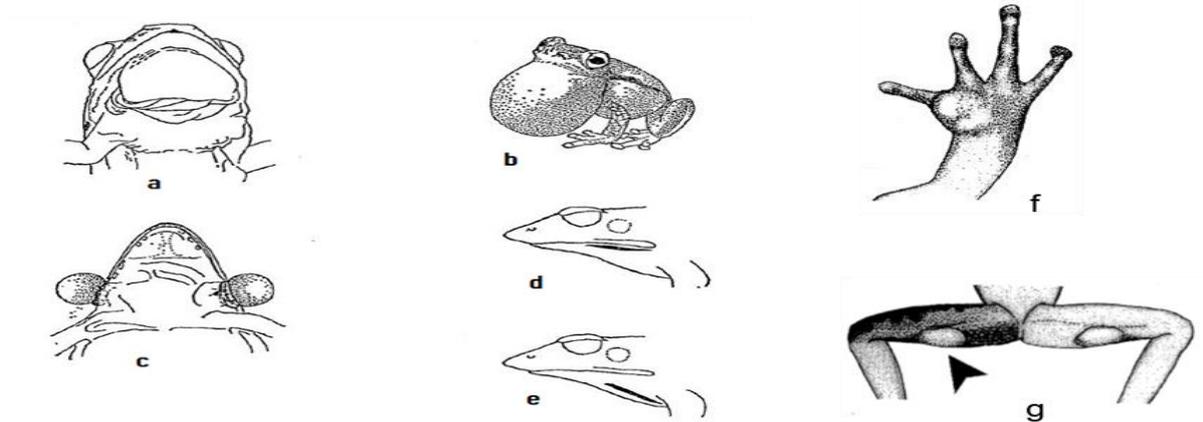


Figure 10 : Caractères sexuels externes de quelques amphibiens anoures mâles.

Types de sacs vocaux d'amphibiens anoures ;

(a) : sac vocal unique et médian au repos ;

(b) : sac vocal unique et médian gonflé ;

(c) : sacs vocaux doubles et latéraux ;

(d) : sacs vocaux doubles et latéraux avec ouverture en position supère ;

(e) : sacs vocaux doubles et latéraux avec ouverture en position infère.

Quelques glandes caractérisant les caractères sexuels chez certains anoures mâles

(f) : glande supra métacarpienne ;

(g) : glande fémorale.

Source : Lamotte & Xavier (1981) et Anonyme (1998).

II-2-3-4-2–Données biométriques

Selon la méthodologie proposée par Lamotte & Xavier (1981) et Rödel (2000), 12 caractères métriques ont été mesurés sur chaque spécimen examiné. Ces différentes mesures (en mm) ont été effectuées par le manipulateur à l'aide d'un pied à coulisse en plastique (précision $\pm 0,5$ mm). Le spécimen est maintenu par la patte postérieure gauche sur une table et sa tête est dirigée vers la droite du manipulateur. Les mensurations effectuées sur les segments de la jambe (cuisse, tibia, pied) ont été réalisées en la pliant et les articulations constituaient les limites des segments. Les douze caractères mesurés sur chaque spécimen sont les suivants (Figure 11) :

- la Longueur Museau-Anus (LMA) : du bout du museau à la pointe de l'urostyle ;
- la Longueur de la Cuisse (LCu) : de l'articulation de la hanche au genou ;
- la Longueur du Tibia (LTi) : du genou à la cheville ;
- la Longueur du Pied-Tarse (LPTa) : de la cheville à l'extrémité du plus long orteil ;
- la Longueur de la Tête (LTe) : de l'articulation de la mâchoire (en arrière du tympan) au bout du museau ;
- la Largeur de la Tête (LaTe) : mesurée entre les deux tympanes ;
- le diamètre de l'Œil (dOe) : distance entre les bords antérieur et postérieur du globe oculaire ;
- la Distance Inter-Orbitale (DIO) : distance entre les deux orbites ;
- la Distance œil-Narine (OeNa) : distance entre la partie antérieure de l'œil et la narine ;
- la Distance œil-Museau (DOM) : distance entre la partie antérieure de l'œil et le bout du museau ;
- le diamètre du Tympan (dT_{Ty}) : largeur du tympan entre les bords antérieur et postérieur ;
- la Distance Inter-Narines (DINa) : distance entre les deux narines.

Hormis les mesures effectuées sur la tête (converties en pourcentage de la longueur de la tête), toutes les mensurations exprimées en millimètre, ont été converties en pourcentage de la longueur museau-anus comme le préconisait Rödel (2000).

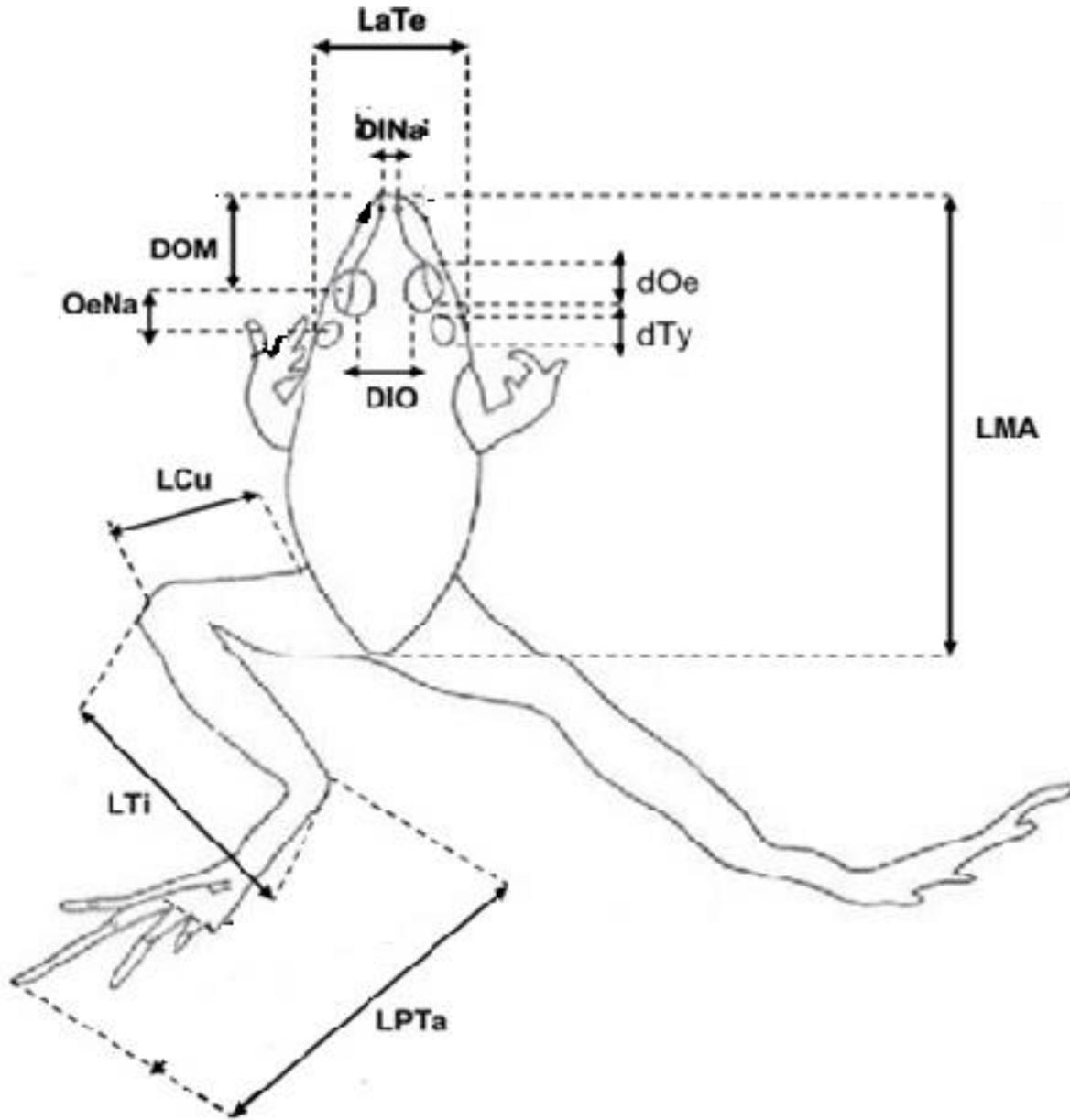


Figure 11 : Schémas montrant les principales mensurations effectuées (d'après A : Perret, 1979 ; B : Lamotte & Xavier, 1981 et C : Rödel, 2000).

Longueur Museau-Anus (LMA), Largeur de la Tête (LaTe), Distance Inter-Narine (DINa), Distance Oeil-Museau (DOM), Distance Oeil-Narine (OeNa), diamètre de l'Oeil (dOe), diamètre du Tympan (dTy), Distance Inter-Orbite (DIO), Longueur de la Cuisse (LCu), Longueur du Tibia (LTi), Longueur Pied-Tarse (LPTa), Longueur de la Tête (LTe).

II-2-3-5– Enregistrement des coassements

Les enregistrements acoustiques utilisés dans cette étude ont été réalisés au cours de la saison pluvieuse (période pendant laquelle, le rythme des activités de coassement est élevé) sur les différents sites d'échantillonnage de la RNIMN. Les enregistrements ont été effectués selon la méthode proposée par Carrière (1999), Soro *et al.* (2019) et Zingbé *et al.* (2023). Selon cette méthode, le meilleur moyen d'obtenir des enregistrements de bonne qualité est d'enregistrer les coassements d'un mâle solitaire ou isolé. Toutes les données acoustiques ont été enregistrées avec un dictaphone Huawei Y9 [avec une fréquence de 48 kHz, une précision de 16 bits et une longueur de la transformation fourrier rapide (TFR) = 256].

II-2-4–Méthodes d'analyse du peuplement d'amphibiens

II-2-4-1– Méthodes d'analyse et structuration des coassements

Les coassements enregistrés, ont été analysés à l'aide du logiciel Soundruler 0.9.6 (Gridi-Papp, 2007 ; Köhler *et al.*, 2017). Selon Köhler *et al.* (2017) et Emmrich *et al.* (2020) chaque coassement a été deparasité et sous-structuré en une ou plusieurs notes (Figure 12). Les coassements sont séparés par des intervalles silencieux, généralement plus longs que la durée d'un coassement. Quant aux notes, elles sont séparées par des intervalles de silence dont la durée est généralement plus courte par rapport à la durée d'une note. Les paramètres de coassements telles que : la fréquence fondamentale (Hz), les fréquences (Hz) minimales et maximales, la fréquence dominante (Hz) de la largeur de la bande et la durée (s) ou les durées (s) de coassements ont été mesurées. Ces paramètres ont été décrits par Köhler *et al.* (2017) et Emmrich *et al.* (2020). Les sonogrammes et les oscillogrammes (formes d'onde) ont été réalisés à l'aide du logiciel seewave R (Sueur *et al.*, 2008).

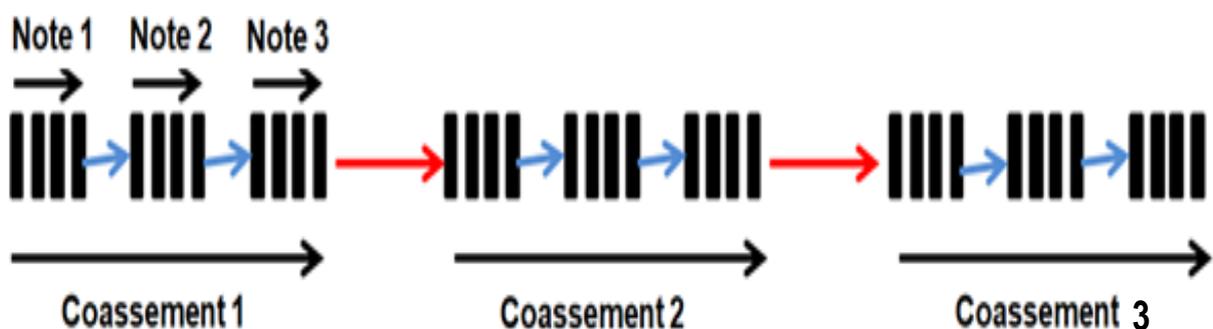


Figure 12 : Structuration acoustique indiquant les coassements et les notes entre les coassements chez les anoues (source : Köhler *et al.*, 2017 ; Emmrich *et al.*,2020).

II-2-4-2–Traitement statistique des données

II-2-4-2-1–Analyses univariées

Les analyses univariées ont concernées les tests non-paramétriques de Mann-Whitney et de Kruskal-Wallis, les tests paramétriques de l'analyse de variance à un facteur (ANOVA 1) et de post-hoc de Scheffé et le test de proportion de Khi-deux.

Des tests paramétriques et non-paramétriques ont été effectués, en fonction de la normalité des données (évaluée à l'aide du test de Shapiro-Wilk). Lorsque la valeur de la probabilité associée au test de normalité est inférieure à 0,05, cela implique une distribution non normale et un test non-paramétrique est alors appliqué. Dans le cas contraire, lorsque la valeur de la probabilité associée au test de normalité est supérieure à 0,05, cela implique une distribution normale et un test paramétrique est alors appliqué.

Le test des rangs de Kruskal-Wallis (comparaisons multiples) est une alternative non paramétrique de l'Analyse de Variance (ANOVA) et celui de Mann-Whitney (comparaison de deux échantillons) est une alternative non paramétrique du test t de Student. La significativité des résultats dépend de la valeur de la probabilité p. Si la valeur de la probabilité est inférieure à 0,05 ($p < 0,05$) alors, il existe une différence significative entre les paramètres considérés. Dans ce cas, le test de Mann-Whitney situe les différences pour les tests non paramétriques et celui de Student pour des tests paramétriques en faisant une comparaison deux à deux. Par contre, lorsque la valeur de la probabilité p est supérieure à 0,05 ($p > 0,05$), il n'y a pas de différence significative entre les paramètres considérés.

Le test de Kruskal-Wallis a permis d'évaluer les variations de la température et de l'humidité relative de l'air entre les neuf transects et les différents types d'habitats. Le test de Mann Whitney a permis de comparer les variations de la température et de l'humidité relative de l'air deux à deux entre les transects, les habitats et les deux saisons. Aussi a-t-il permis de tester les caractères biométriques liées au sexe au sein de chaque espèce. Quant au test post-hoc de Scheffé, il est utilisé après une analyse de variance (ANOVA). Il a permis de comparer deux à deux les valeurs moyennes de la canopée, de la densité des végétaux ligneux et de l'épaisseur de la litière entre les transects.

Le test de Khi-deux a été utilisé pour comparer les abondances des grenouilles entre les transects, les différents types d'habitats et les saisons.

Ces différents tests ont été utilisés pour les échantillons de petite taille ($n \leq 30$). Tous les tests réalisés dans cette étude, ont été effectués grâce au logiciel STATISTICA 7.1 (Statsoft, 2005),

sauf le test de Khi-deux qui a été effectué à l'aide du logiciel R (R Development Core Team, 2011).

II-2-4-2-2–Analyses multivariées

II-2-4-2-2-1–Analyse en composantes principales

L'analyse en composantes principales (ACP) consiste à créer de nouvelles variables synthétiques non corrélées entre elles et de variables décroissantes (appelées composante principale), à partir de combinaisons linéaires et des variables initiales. Ceci permet lors de la réduction de dimension, de minimiser les pertes d'information.

Dans cette étude, l'ACP a été utilisée pour montrer le dimorphisme sexuel des spécimens de *Conraua alleni* selon les paramètres biométriques les plus saillants. Pour se faire, les paramètres biométriques présentant des variations significatives entre les mâles et les femelles ont été pris en compte. L'analyse en composantes principales (ACP) a été effectuée à l'aide du logiciel STATISTICA 7.1 (Statsoft, 2005).

II-2-4-2-2-2–Carte auto organisatrice de Kohonen

Dans le but d'ordonner les sites d'échantillonnage en fonction des variables environnementales et des assemblages d'espèces d'anoures, l'algorithme de la carte auto organisatrice de Kohonen "Self Organizing Maps (SOM)" a été utilisé (Kohonen, 1982, 1995, 2001). Cette méthode de classification non linéaire a l'avantage de représenter visuellement, des profils simplifiés à partir des bases de données complexes en identifiant des groupes semblables (Lek *et al.*, 2000 ; Kohonen, 2001 ; Park *et al.*, 2003). Contrairement aux méthodes classiques, la carte auto organisatrice de Kohonen traite avec beaucoup d'aisance les données extrêmes (espèces rares par exemple), très souvent contenues dans les bases de données écologiques (Lek *et al.*, 1996, 2000 ; Brosse *et al.*, 1999, 2001 ; Giraudel & Lek, 2001). Les cartes auto organisatrices se composent généralement de deux couches de neurones (la couche d'entrée et la couche de sortie). Constituée de la matrice du jeu de données, la couche d'entrée est directement reliée à la couche bidimensionnelle de sortie dite carte de Kohonen, composée de neurones artificiels de sortie ou nœuds (Figure 13). Une compétition de l'activité des nœuds du modèle vis-à-vis des données d'entrée est engendrée par l'apprentissage dit concurrentiel. L'apprentissage dit concurrentiel est également dit non supervisé parce que les valeurs du jeu de données sont uniquement utilisées dans la couche d'entrée et aucune indication concernant les valeurs

attendues dans la couche de sortie n'est apportée au système. Ce processus recherche itérativement des similarités au sein des données observées et les représente dans la carte de sortie en préservant les voisinages. Une carte est obtenue à la fin de l'apprentissage et dans chaque polygone se trouve un objet virtuel pour lequel les valeurs des descripteurs ont été calculées. Ces objets virtuels représentent la distribution des objets réels. Ces objets virtuels représentent la distribution des objets réels. L'apprentissage a pour objectif, d'ajuster les composantes des objets virtuels afin qu'ils reflètent la distribution des échantillons.

Le choix de la taille de la carte est un facteur déterminant pour détecter au mieux l'écart entre les données. Par exemple, lorsque la carte est trop grande, c'est-à-dire lorsque le nombre d'unités de la carte est largement supérieur à l'effectif des échantillons, les données seront trop dispersées par le modèle. La taille optimale de la carte s'obtient en minimisant les erreurs dites de quantification et de topographie (Kohonen, 2001). Une fois la carte de Kohonen obtenue, un algorithme d'analyse de classification hiérarchique basée sur la méthode de Ward et la distance euclidienne a permis de mettre en évidence des assemblages des objets réels sur la carte (Park *et al.*, 2003).

Les SOM ont été réalisées dans cette étude, en utilisant le logiciel SOM Toolbox (version 6.1) pour Matlab.

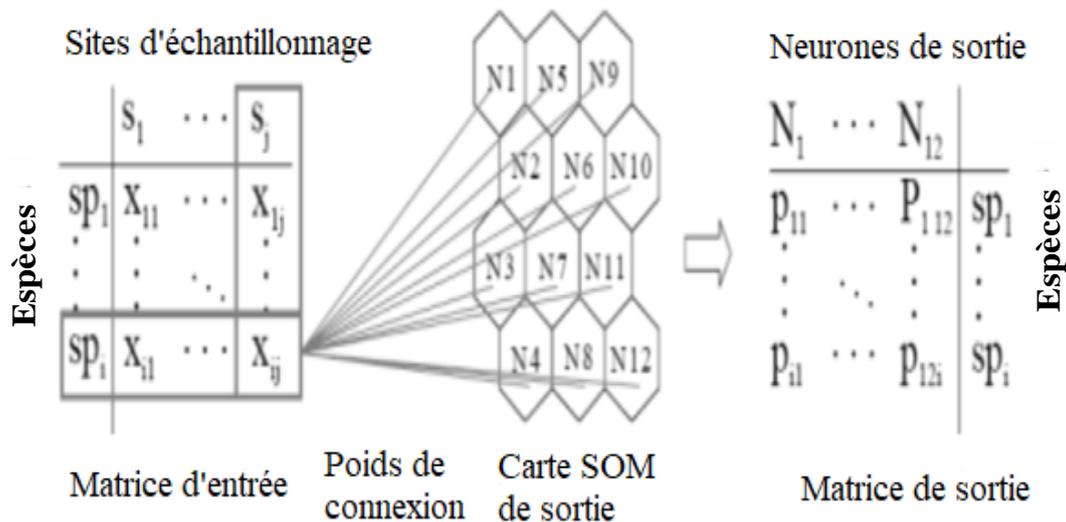


Figure 13 : Schéma simplifié de la carte auto organisatrice de Kohonen (SOM), (d'après Ibarra, 2004).

La matrice ou couche d'entrée contient les données d'abondances par espèces (X_{ij}) pour chaque observation (site d'échantillonnage, S_j). Une fois les poids de connexion déterminés par la SOM (P_{ij}) en erreur minimale d'apprentissage, on obtient la carte et la matrice de sortie.

CHAPITRE III :
RESULTATS ET
DISCUSSION

III-1- Caractéristiques physiques du milieu

III-1-1- Résultats

III-1-1-1- Variations spatiales de la canopée, de la densité des végétaux ligneux et de l'épaisseur de la litière

Les données physiques enregistrées dans chaque transect révèlent que les valeurs moyennes de la canopée sont supérieures à 50 % dans les habitats dits fermés (Figure 14A). Il s'agit des transects T4 (90,75 %), T5 (89,88 %), T6 (88,63 %) et T7 (84,25%). Ces valeurs de canopée diffèrent significativement (Test de Scheffé ; $P = 0,002$) de celles de l'habitat du transect T9 (49,75 %) qualifié de clairsemé. Toutefois, les transects T1, T2, T3 et T8, se distinguant par une canopée nulle, sont considérés comme des habitats ouverts.

En ce qui concerne la densité des végétaux ligneux (Figure 14B), les valeurs moyennes notées entre les habitats fermés et les habitats clairsemés sont significativement différentes pour les arbustes. La densité des arbustes est plus élevée (Test de Scheffé ; $p = 0,003$) dans les transects T4, T5, T6 et T7 (6,3 à 7,1 arbustes / m²). Quant à la densité des arbres, ces valeurs moyennes ne permettent pas de dissocier aisément les habitats fermés et les habitats clairsemés. La densité des arbres est plus importante (Test de Scheffé ; $p = 0,001$) dans le transect T4 (3,7 arbres / m²). En revanche, elle est plus faible (2,4 arbres / m²) dans le transect T9. Caractérisés par des formations herbeuses, les habitats ouverts quant à eux, sont des milieux quasiment dépourvus d'arbres et d'arbustes.

Relativement à la litière du sous-bois (Figure 14C), les habitats fermés (T4, T5, T6 et T7) présentent globalement une quantité plus élevée (13,2 à 14,8 cm d'épaisseur) que celle de l'habitat clairsemé (7,2 cm) (Test de Scheffé : $p = 0,001$).

Résultats et discussion

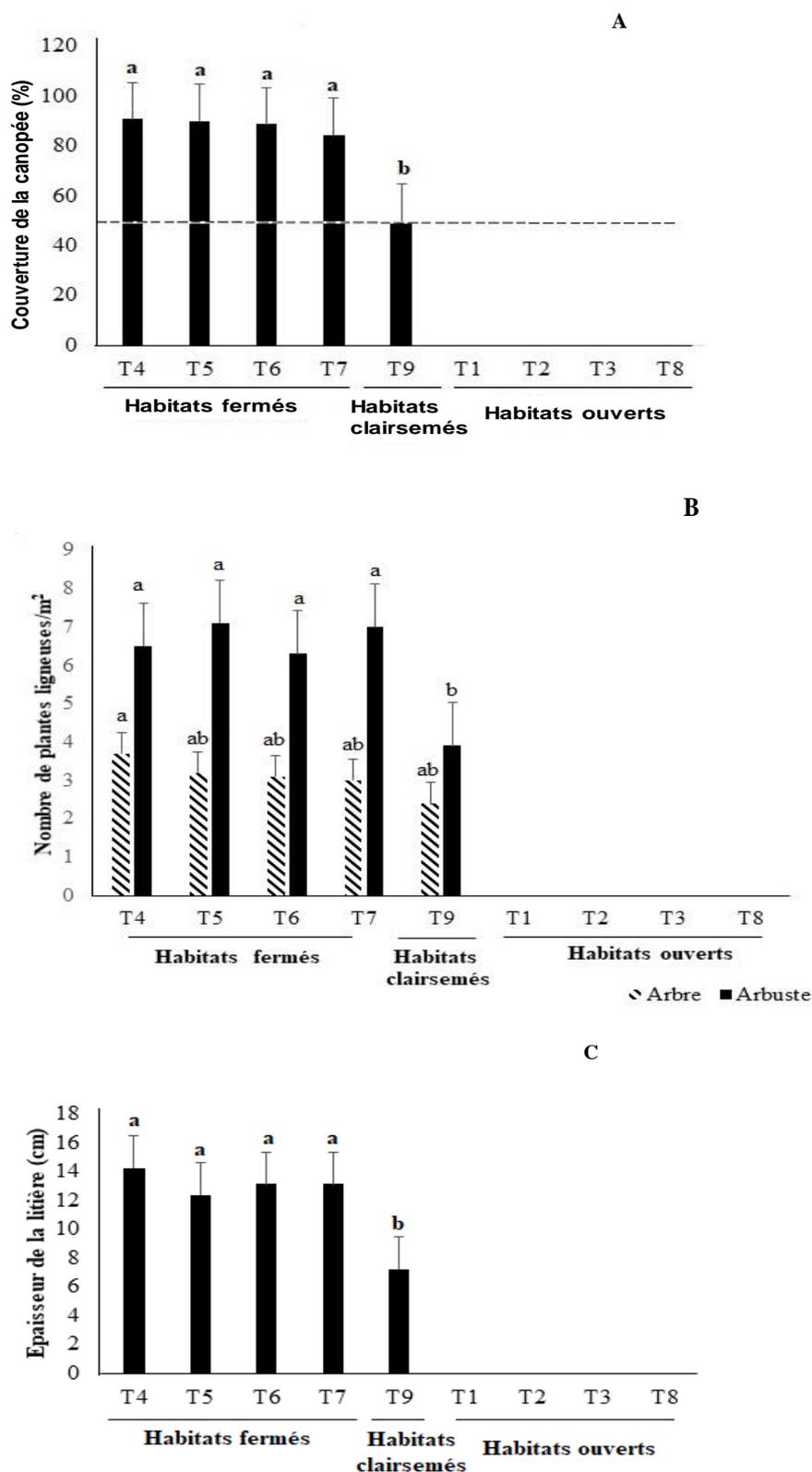


Figure 14 : Variations de la canopée (A), de la densité des végétaux ligneux (B) et de l'épaisseur de la litière (C) dans les différents transects ;

les valeurs moyennes affectées de la même lettre (a, b ou c) ne diffèrent pas significativement (Test post-hoc de Scheffé ; $p > 0,05$).

III-1-1-2– Variations spatiales de la température de l’air

L’analyse des variations spatiales de la température de l’air sur un cycle annuel (Figure 15) révèle une variation significative entre les neuf transects étudiés (Test de Kruskal-Wallis, $p = 0,0018$). Ainsi les plus basses valeurs de température (médianes comprises entre 21,8 et 22,2 °C) ont été enregistrées dans les transects T1, T2 et T3 (habitats ouverts de la savane). Les fortes températures ont été observées dans les transects T9 (habitats clairsemés ; médiane égale à 25,8 °C) et T8 (habitats ouverts de la périphérie ; médiane égale à 27,7 °C). Les transects T4, T5, T6 et T7 (habitats fermés ; médianes comprises entre 23,3 et 23,6 °C) ont des valeurs de températures comprises entre ces valeurs maxima et minima. En outre, le test de comparaison de deux échantillons de Mann-Whitney a révélé que la température de l’air ne présente aucune différence significative ($p = 0,19$) entre les habitats ouverts de la périphérie (T8) et les habitats clairsemés (T9). Cependant, le test de Mann-Whitney montre des différences significatives entre les habitats ouverts de la périphérie (T8), les habitats clairsemés (T9) et les habitats fermés (T4, T5, T6 et T7) d’une part, et les habitats ouverts de la savane (T1, T2 et T3) d’autre part (Tableau III).

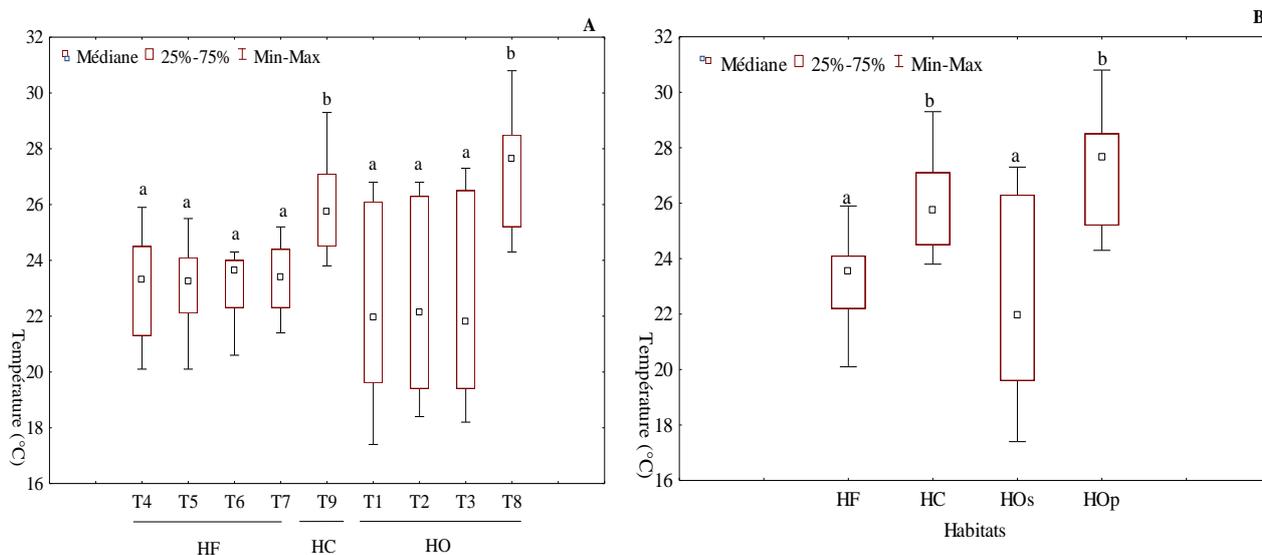


Figure 15 : Variations spatiales de la température de l’air dans les différents transects (A) et habitats (B) de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba

HF : Habitats fermés ; HC : Habitats clairsemés ; HO : Habitats ouverts ; HOp : Habitats ouverts de la périphérie ; HOs : Habitats ouverts de la savane ; les valeurs médianes affectées de la même lettre (a, b, c ou d) ne diffèrent pas significativement (Test de Kruskal-Wallis et de Mann-Whitney ; $p > 0,05$).

Résultats et discussion

Tableau III : Valeurs de probabilité p du test U de Mann-Whitney relatif à la comparaison deux à deux de la température de l'air dans les transects.

	T4	T5	T6	T7	T9	T1	T2	T3	T8
T4	-								
T5	0,911	-							
T6	0,795	0,911	-						
T7	0,853	0,853	0,911	-					
T9	0,002*	0,001*	0,000*	0,001*	-				
T1	0,739	0,739	0,684	0,684	0,035*	-			
T2	0,528	0,528	0,436	0,528	0,018*	0,853	-		
T3	0,630	0,684	0,630	0,520	0,043*	0,970	0,970	-	
T8	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,19	0,003*	0,002*	0,003*	-

(* = test significatif).

III-1-1-3– Variation spatiale de l'humidité relative de l'air

La variation spatiale de l'humidité relative de l'air a été étudiée dans les neuf transects échantillonnés (Figure 16). D'une manière générale, l'humidité relative de l'air présente une variation significative entre les différents transects (Test de Kruskal-Wallis, $p = 0,0031$). Plus spécifiquement, le test U de Mann-Whitney (Tableau IV) montre que les valeurs de l'humidité relative de l'air observées sont significativement plus basses dans les habitats ouverts de la périphérie (T8 ; médiane égale 44 %) et dans les habitats clairsemés (T9 ; médiane égale 58 %) que dans les habitats ouverts de la savane (T1, T2, et T3 ; médianes comprises entre 91 et 92 %) d'une part et dans les habitats fermés (T4, T5, T6 et T7 ; médianes comprises entre 81 et 84 %) d'autre part. Toutefois, à l'intérieur de chaque habitat, les valeurs de l'humidité relative de l'air ne diffèrent pas statistiquement (Test de Mann-Whitney, $p > 0,05$) entre les transects.

Résultats et discussion

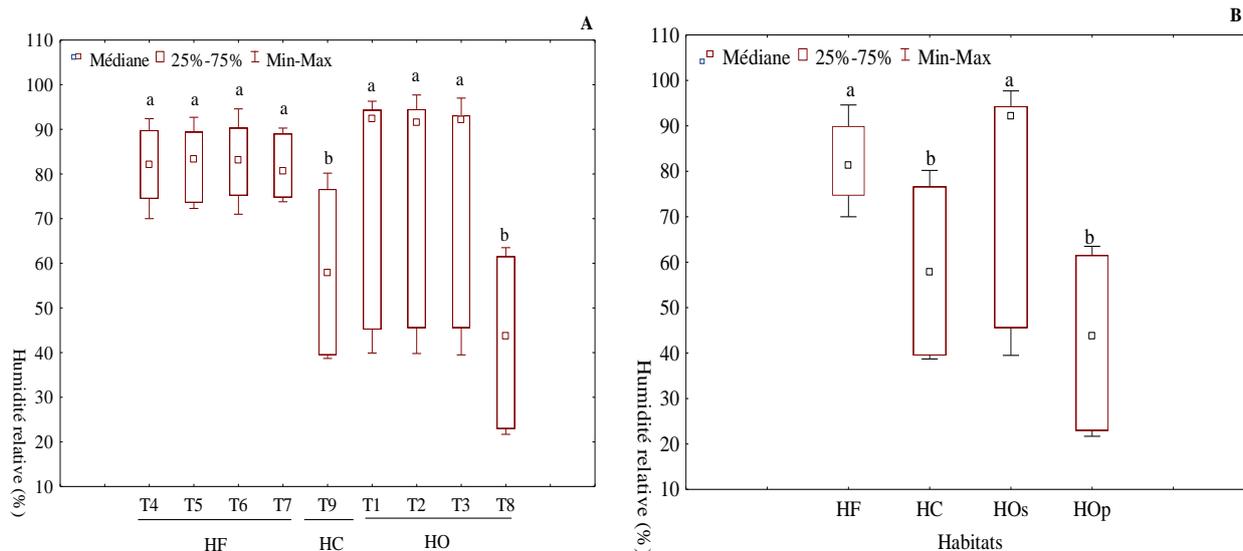


Figure 16 : Variations spatiales de l'humidité relative de l'air dans les différents transects (A) et habitats (B)

HF : Habitats fermés ; HC : Habitats clairsemés ; HO : Habitats ouverts ; HOp : Habitats ouverts de la périphérie ; HOs : Habitats ouverts de la savane ; les valeurs médianes affectées de la même lettre (a, b, c ou d) ne diffèrent pas significativement (Test de Kruskal-Wallis et de Mann)

Tableau IV : Valeurs de probabilité p du test U de Mann-Whitney relatif à la comparaison deux à deux de l'humidité relative de l'air dans les transects.

	T4	T5	T6	T7	T9	T1	T2	T3	T9
T4	-								
T5	0,911	-							
T6	0,435	0,430	-						
T7	0,970	0,911	0,578	-					
T9	0,023*	0,020*	0,014*	0,011*	-				
T1	0,190	0,247	0,279	0,143	0,011*	-			
T2	0,217	0,279	0,314	0,143	0,011*	0,970	-		
T3	0,190	0,247	0,279	0,142	0,011*	0,970	0,970	-	
T8	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,063	0,007*	0,007*	0,007*	-

(* = test significatif).

III-1-1-4– Variation saisonnière de la température de l’air

La figure 17 illustre les variations saisonnières de la température de l’air enregistrées dans les différents habitats étudiés. Les températures observées pendant la saison sèche (Ss) sont significativement différentes de celles observées pendant la saison pluvieuse (Sp) dans les habitats fermés (test de Mann Whitney, $p = 0,0001$), clairsemés (test de Mann Whitney, $p = 0,008$), ouverts de la savane (test de Mann Whitney, $p = 0,0002$) et ouverts de la périphérie (test de Mann Whitney, $p = 0,009$). Ainsi, les plus fortes températures sont observées pendant la saison sèche dans les habitats ouverts de la périphérie (médiane égale à 28,5 °C). Tandis que, les plus faibles températures ont été enregistrées en saison pluvieuse dans les habitats ouverts de la savane (médiane égale à 19,5 °C).

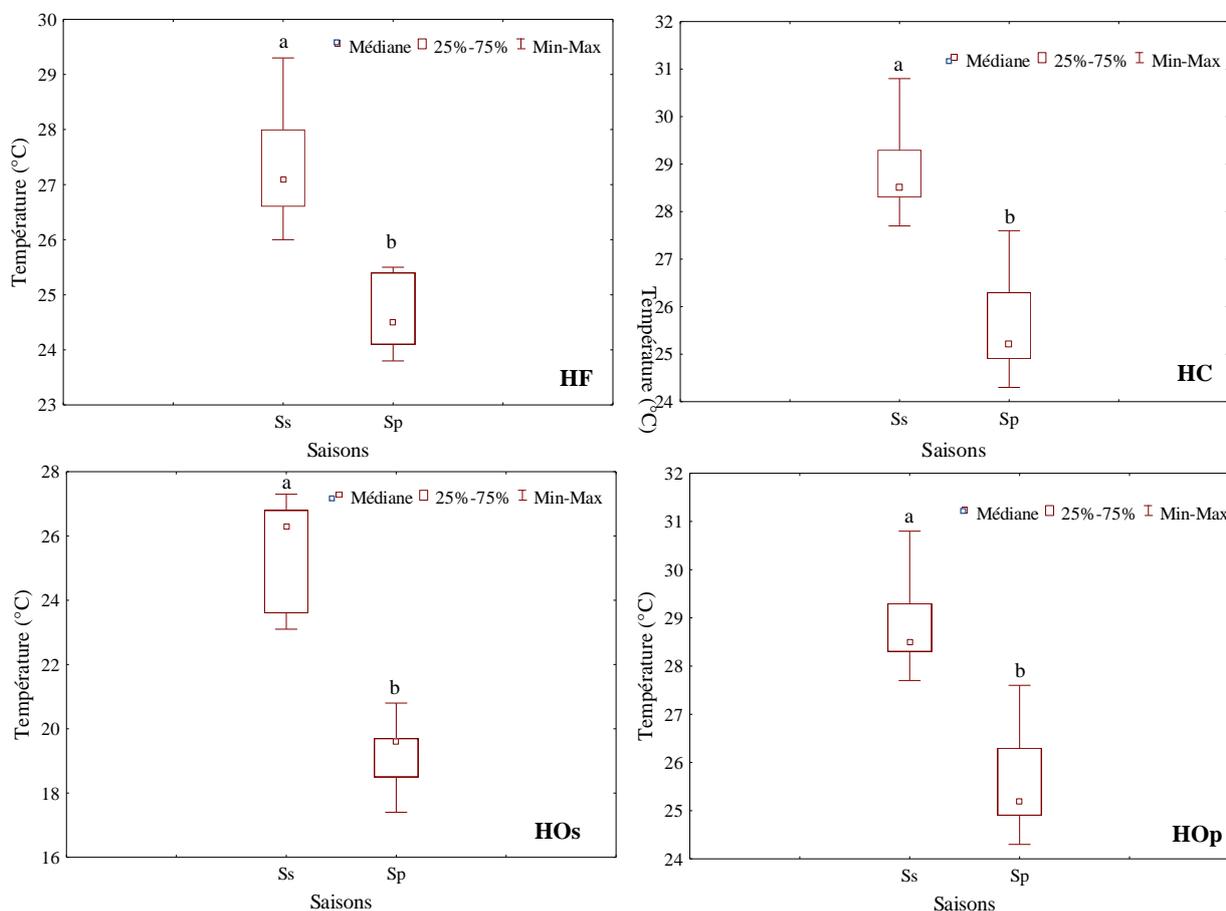


Figure 17 : Variation saisonnière de la température de l’air dans les habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba

HF : Habitats fermés ; HC : Habitats clairsemés ; HOp : Habitats ouverts de la périphérie ; HOs : Habitats ouverts de la savane ; Ss : saison sèche ; Sp : saison des pluies ; Les valeurs de température diffèrent significativement (test de Mann Whitney, $P < 0,05$)

III-1-1-5– Variation saisonnière de l’humidité relative de l’air

L’analyse des variations saisonnières de l’humidité relative de l’air enregistrées dans les différents habitats indique globalement une différence significative entre les deux saisons (Test de Mann-Whitney, $p < 0,05$). Les plus fortes valeurs de l’humidité relative de l’air ont été observées dans les habitats ouverts de la savane en saison pluvieuse (médiane égale à 94 %). Toutefois, les valeurs les plus faibles de l’humidité relative de l’air sont observées dans les habitats ouverts de la périphérie pendant la saison sèche (médiane égale à 22,5 %).

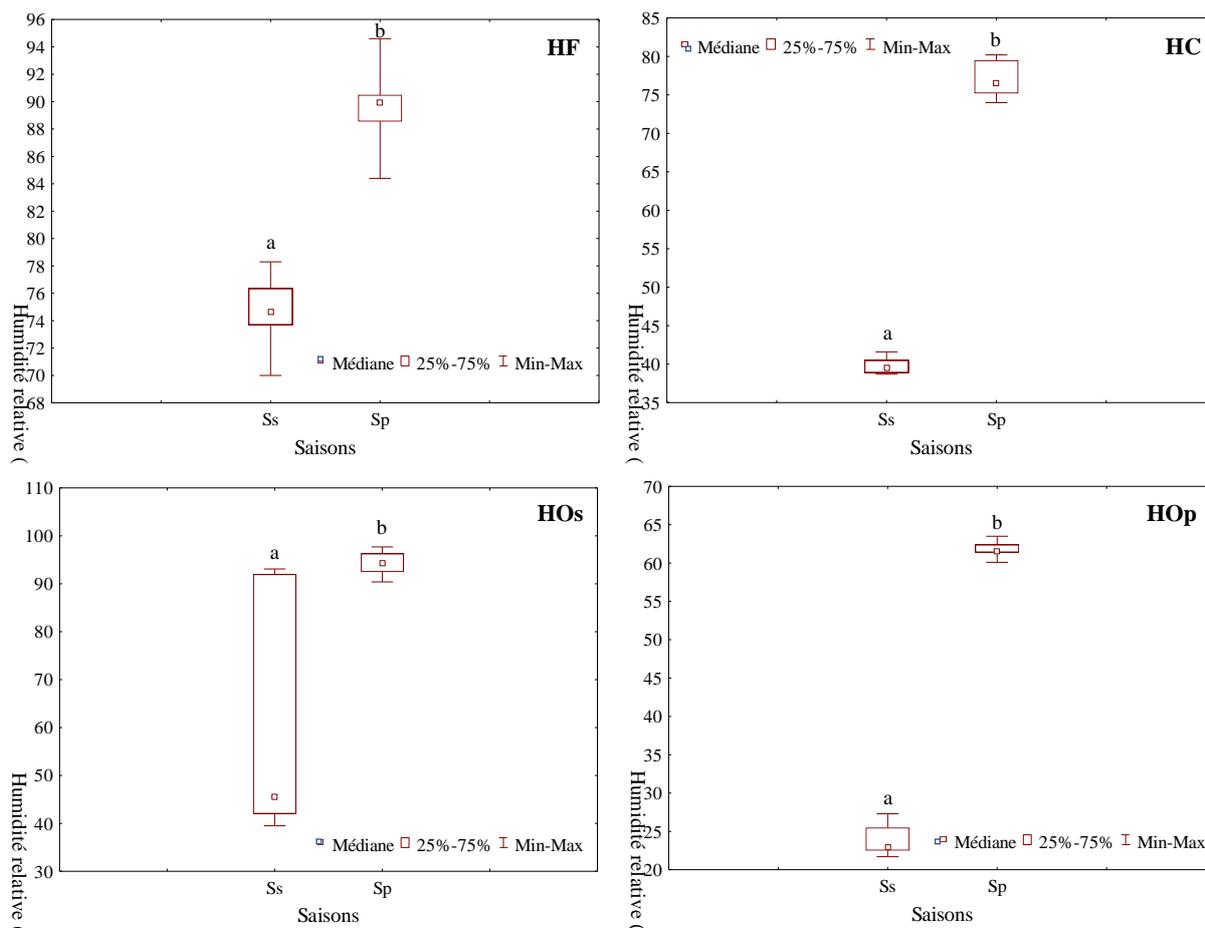


Figure 18 : Variation saisonnière de l’humidité relative de l’air dans les habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba

HF : Habitats fermés ; HC : Habitats clairsemés ; HOp : Habitats ouverts de la périphérie ; HOs : Habitats ouverts de la savane ; Sp : saison des pluies ; Ss : saison sèche ; Les valeurs d’humidité relative de l’air ne diffèrent pas significativement (test de Mann Whitney, $P < 0,05$)

III-1-2– Discussion

La caractérisation physique du milieu a permis, de regrouper les différents habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba en deux systèmes d'habitats que sont, les habitats fermés et clairsemés et les habitats ouverts. La présence ou l'absence de points d'eau (étang, mare, ruisseau, rivière, cascade) dans ces systèmes a permis de distinguer les habitats fermés et clairsemés humides (T4, T5, T6, T7 et T9), les habitats ouverts humides (T2, T3 et T8) et les habitats ouverts secs (T1).

La couverture de la canopée, le nombre de végétaux ligneux et l'épaisseur de la litière révèlent la qualité du milieu. Ainsi, la faible couverture de la canopée observée dans le transect T9 serait caractéristique des habitats dégradés. Cependant, la forte canopée observée dans les transects T4, T5, T6 et T7 des habitats fermés traduirait un bon état de conservation de ces habitats. En effet, selon Pascal (2002), les forêts ayant une bonne conservation présentent une forte couverture de la canopée. En outre, dans ces habitats fermés étudiés de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba, le transect T4 renferme une forte densité d'arbres. Cette forte densité lui confère un bon état de conservation, caractéristique des forêts primaires. Quant aux autres habitats fermés (T5, T6 et T7) se distinguant par une forte densité d'arbustes, ils seraient représentatifs des forêts secondaires. Ainsi, selon châtelain *et al.* (1996), Pearman (1997) et Assemian (2009), une forte présence de gros arbres au mètre carré caractérise les forêts primaires, alors qu'une forte densité d'arbustes fait référence à un écosystème perturbé caractéristique d'une forêt secondaire. Relativement aux habitats ouverts, ils se caractérisent par une importante formation herbeuse. Contrairement au transect T1, les transects T2, T3 et T8 se distinguent par la présence importante de cours d'eau. Par ailleurs, la quantité élevée de la litière observée dans les habitats fermés (T4, T5, T6 et T7) résulte de la présence d'une forte densité des végétaux ligneux. En effet, selon Oussou (2022), la chute des feuilles des arbres et arbustes conduit à une accumulation des débris végétaux sur le sol dans des habitats fermés. Ce qui expliquerait des couches de litière plus épaisses dans les habitats fermés (T4, T5, T6 et T7) par rapport à celle des habitats clairsemés (T9).

Dans la RNIMN, la température et l'humidité relative de l'air présentent des variations significatives entre les neuf transects étudiés. Ces variations de la température et de l'humidité relative de l'air, seraient dues à la canopée. En effet, le transect T8 (habitat ouvert de la périphérie de la Réserve) caractérisé par l'absence de canopée est exposé aux rayonnements solaires qui favorisent l'évaporation, entraînant une élévation de la température et une baisse

de l'humidité relative de l'air (Asseman, 2009 ; Kouamé, 2009). Concernant le transect T9 situé dans un habitat clairsemé, il est soumis à des radiations solaires du fait de la faible canopée des arbres. Dans les transects (T4, T5, T6 et T7) installés dans les habitats à forte canopée, la situation se présente différemment. La canopée constitue une barrière végétale contre les radiations solaires et atténue ainsi l'élévation de la température, d'où une élévation de l'humidité relative de l'air. De même selon Da (1992) et Asseman (2009), la couverture végétale induit une baisse de la température depuis le sommet des arbres jusqu'au sol. Ces variations spatiales de la température et de l'humidité relative de l'air seraient également attribuables à l'altitude. En effet, du fait de leur localisation dans les prairies montagneuses en altitude, les transects T1, T2 et T3 sont influencés par des facteurs orographiques locaux et sont également soumis à la présence continue de brouillard et à la faiblesse de l'évapotranspiration, d'où une baisse de la température et une élévation de l'humidité relative de l'air. De plus, selon Schnell (1952), Lamotte *et al.* (2003) et Daudet (2010), les milieux d'altitude se particularisent par des moyennes thermiques plus basses et par une abondance de l'humidité relative de l'air presque toute l'année.

Par ailleurs, l'analyse des variations saisonnières de la température et de l'humidité relative de l'air révèle que les valeurs de la température sont significativement plus faibles en saison pluvieuse qu'en saison sèche. A l'inverse, les valeurs de l'humidité relative de l'air sont plus élevées en saison pluvieuse qu'en saison sèche. Ces différences sont surtout marquées dans les prairies montagneuses où l'altitude accentue le contraste climatique entre la saison sèche et la saison pluvieuse (Lamotte *et al.*, 2003). En effet, les effets de l'harmattan sont accrus en saison sèche tandis qu'une augmentation de pluviométrie entraînant une baisse de la température et une augmentation de l'hygrométrie, est observée en saison pluvieuse (Lauginie, 2007).

Conclusion partielle

La caractérisation physique du milieu a permis de distinguer deux types de systèmes, notamment le système fermé renfermant les habitats humides et le système ouvert contenant les habitats humides et secs. La canopée, la forte densité des végétaux ligneux, les sols humifères du système fermé le distinguent du système ouvert. Ce second système est caractérisé par des formations herbeuses et des sols argileux ou rocheux. Cependant, les valeurs de la température et de l'humidité relative de l'air enregistrées dans les habitats ouverts en altitude sont proches de celles enregistrées dans les habitats fermés.

III-2– Caractères morphologiques des espèces étudiées

III-2-1– Résultats

III-2-1-1– Caractères morphologiques de l'espèce *Conraua alleni* (Barbour & Loveridge, 1927)

III-2-1-1-1– Description morphologique des spécimens

Les spécimens de l'espèce *Conraua alleni*, de grande taille (48,1 à 56,3 mm), ont un corps légèrement aplati dorso-ventralement et une tête large (Annexe 2). Ces spécimens possèdent de grands yeux proéminents avec des pupilles ovales. Ils possèdent également un museau arrondi en vue latérale, avec une lèvre supérieure presque saillante vers l'avant. Les narines sont distinctes et visibles. La distance inter-narine moyenne est de 22,5% de la longueur de la tête (LTe). Légèrement incurvé, le pli supra-tympanal s'étant du bord postérieur de l'œil à l'épaule. Le tympan a un diamètre horizontal compris entre 13,9% et 29% de la longueur de la tête et est indistinct. Les membres antérieurs de ces spécimens sont courts et peu robustes, tandis que les membres postérieurs sont plus longs et plus robustes. Les longueurs moyennes de la cuisse et du tibia font respectivement 49,1% et 41% de la longueur museau-anus (LMA). Les orteils sont élancés ; le quatrième orteil est le plus long et il mesure 36,6 à 48,3% de la longueur museau-anus. Les tubercules métatarsiens internes et les tubercules sub-articulaires sont saillants et ont une forme ovalaire. Quant aux tubercules métatarsiens externes et surnuméraires, ils sont absents. Les bouts des doigts et des orteils présentent des disques distincts et arrondis. Les orteils portent des palmures développées et bien distinctes (1(0), 2i (0-0,5), 2e (0), 3i (0,5), 3e (0), 4i (1), 4e (1), 5 (0)). La texture cutanée de la face dorsale de ces animaux est lisse, avec de petites verrues arrondies et éparses. La texture de la peau de la face ventrale est également lisse mais dépourvue de verrues. Un pli post-gulaire s'étend jusqu'au niveau de l'insertion des pattes antérieures. Une bande inter orbitaire souvent composée de nombreux points clairs et de fines et longues crêtes cutanées sur les pattes postérieures a été observée chez les spécimens adultes. La coloration dorsale varie d'un brun foncé avec des taches noires, à brun foncé avec des taches oranges (Figure 19a et 19b). Certains spécimens ont des pattes brunes avec des taches sombres plus épaisses, et d'autres, des pattes rougeâtres ou orangées avec des taches sombres. Le flanc des spécimens possède le même motif que le dos. Le ventre de ces anoues a une coloration uniforme qui varie de beige à rosâtre et la surface ventrale des cuisses est rose. La gorge de ces animaux peut être foncée, rosâtre avec des points rouge-brun ou beige uniforme (Figure 19c et 19d).

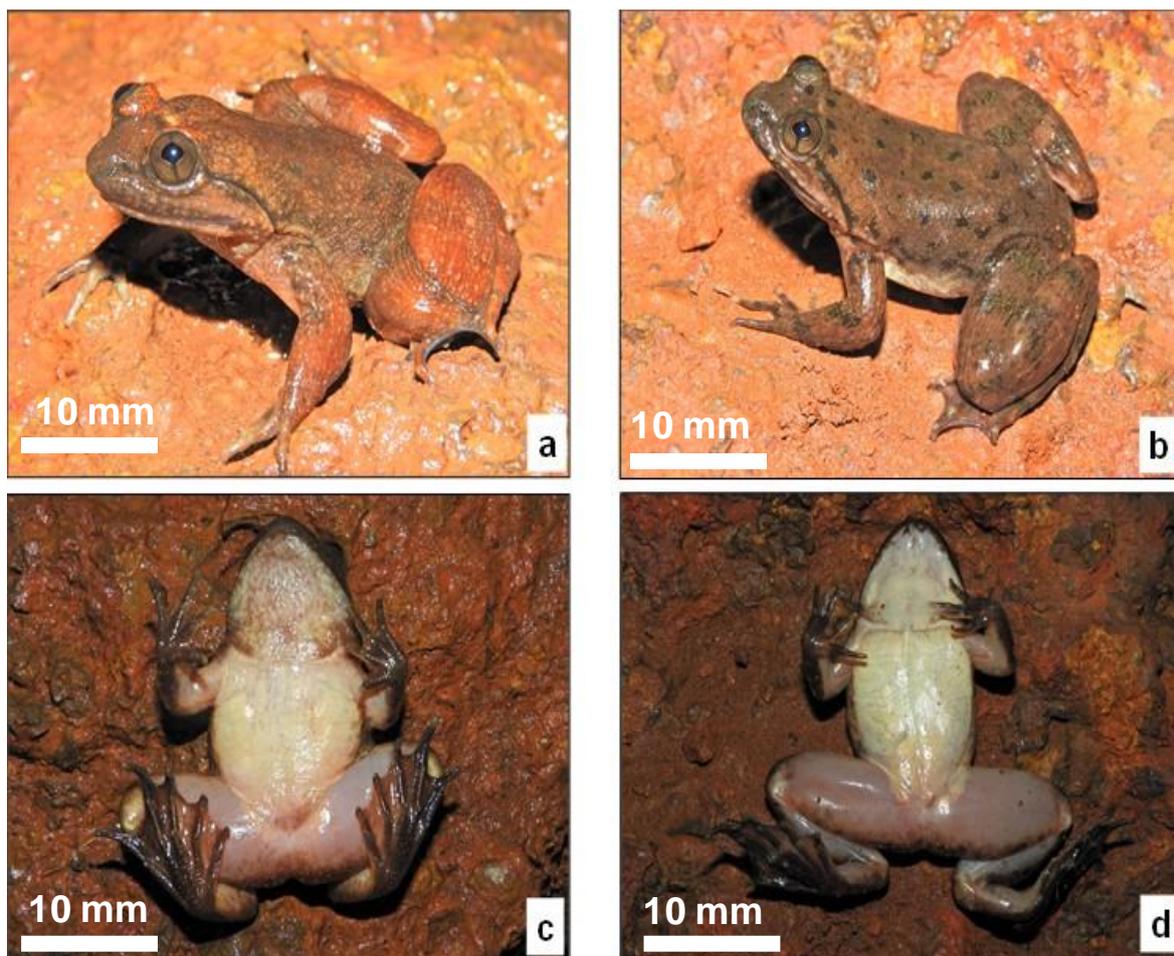


Figure 19 : Spécimens de l'espèce *Conraua alleni* ; (a) et (b) : face dorsale ; (c) et (d) : face ventrale

III-2-1-1-2–Dimorphisme sexuel et variation des caractères morphométriques

Différents caractères métriques ont été mesurés sur un total de 29 spécimens dont 11 femelles et 18 mâles. Le test de Mann Whitney effectué entre les spécimens mâles et femelles a révélé que les femelles sont significativement plus grandes que les mâles (LMA : $Z = 2,696$; $p = 0,006$). La valeur médiane de la longueur museau-anus (LMA) est de 53 mm chez les femelles et de 50 mm chez les mâles. Cependant, la longueur de la tête (LTe) ne varie pas significativement entre les deux sexes ($Z = 1,43$; $p = 0,159$). Les ratios sont majoritairement similaires entre les deux sexes, bien que les valeurs en LCu/LMA ($Z = -2,179$; $p = 0,027$), DIO/LTe ($Z = 1,978$; $p = 0,049$), DOM/LTe ($Z = 2,292$; $p = 0,021$) soient significativement différentes (Tableau V). La coloration générale du corps des spécimens mâles est similaire à celle des spécimens femelles.

Résultats et discussion

Tableau V : Résultats du test de Mann Whitney réalisé sur les valeurs moyennes des caractères métriques des spécimens mâles et femelles de *Conraua alleni*

Descripteurs	Mâle (n = 18)		Femelle (n = 11)		Valeur p	Significativité
	Méd	Min-Max	Méd	Min-Max		
LMA	50	48,1-56,3	53	50,1-56,2	0,006	si
LTe	20	18-22,5	21	18-24,5	0,159	ns
LaTe (% LTe)	90	80-97,2	89	73,5-94,7	0,339	ns
LCu (% LMA)	50,2	43,8-55,2	47,1	42,7-51,8	0,027	si
LTi (% LMA)	41,5	38,4-48,3	39,2	36,6-45,4	0,075	ns
LPTa (% LMA)	62,4	60,4-72	61,2	55,8-66,5	0,173	ns
dOe (% LTe)	36	28,6-41,8	36,8	30,9-43,8	0,386	ns
DIO (% LTe)	47,5	38,1-73	57,5	39-80,8	0,049	si
DINa (% LTe)	22,1	17,5-29,1	23,4	19,5-27,3	0,380	ns
OeNa (% LTe)	21,2	17,1-34,4	26,1	16-40,9	0,101	ns
DOM (% LTe)	37,6	31,7-47,6	40,8	33,8-47,4	0,021	si
dTy (% LTe)	16,5	16,7-19	19	14,8-22,7	0,387	ns

si = valeurs de p significative ($p < 0,05$), ns = valeur de p non significative ($p > 0,05$), n = effectif, Moy = moyenne, E-T = Ecart-type, Max = maximum, Min = minimum.

L'analyse des spécimens mâles et femelles du taxon *Conraua alleni* a permis de mettre en évidence des différences significatives pour quatre caractères métriques (Test de Mann Whitney, $p < 0,05$). Ces quatre caractères sont, la longueur museau-anus (LMA), la longueur de la cuisse (LCu), la distance œil museau (DOM) et la distance inter orbitale (DIO). Deux polygones relatifs aux sexes, ont été obtenus à partir de l'analyse des composantes principales (ACP). Ces deux polygones se recouvrent partiellement. Cependant, il est possible de dissocier les spécimens mâles déviés vers les coordonnées négatives de l'axe 1 des spécimens femelles localisés dans la partie positive du même axe (Figure 20). Les paramètres LCu, DOM et DIO déterminent l'axe 1 (50,82 %), tandis que la longueur museau-anus (LMA) définit l'axe 2 (26,69 %), qui contribue moins à la discrimination des deux sexes. Les spécimens mâles sont

caractérisés par de grandes valeurs de LCU et de faibles valeurs de LMA, DOM et DIO. La situation contraire, est observée chez les spécimens femelles.

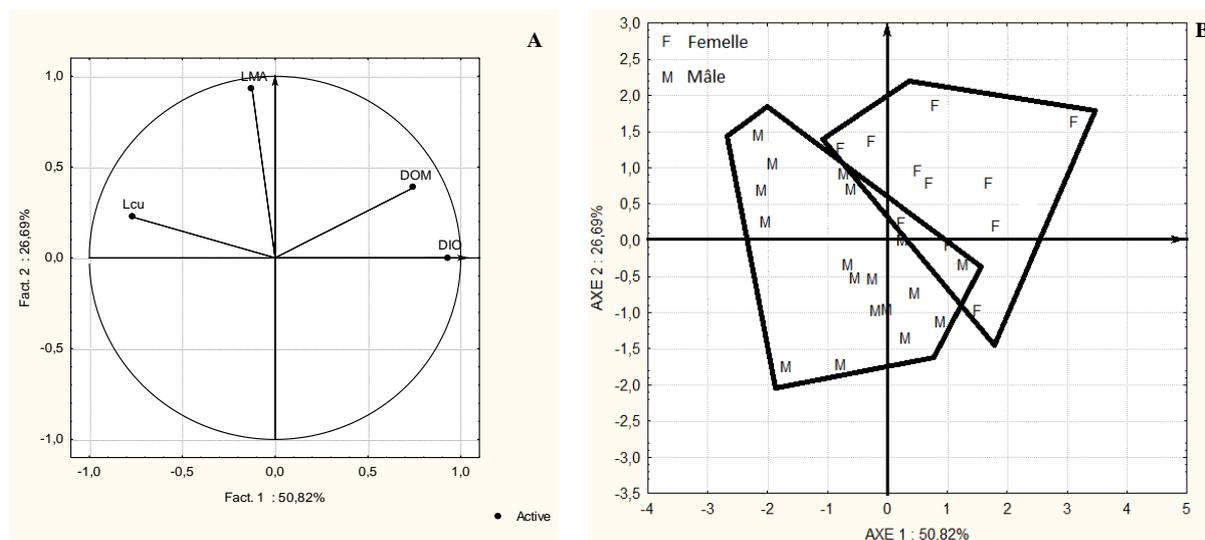


Figure 20 : Ordination des variables (A) et des individus (B) dans le plan factoriel 1/2 de l'Analyse en Composantes Principales des données biométriques des spécimens de *Conraua alleni*.

III-2-1-2– Caractères morphologiques de l'espèce *Hyperolius chlorosteus* (Boulenger, 1915)

III-2-1-2-1– Description morphologique des spécimens

L'espèce *Hyperolius chlorosteus* est un grand *Hyperolius* dont la taille des spécimens varie entre 31,1 et 36,8 mm (LMA) (Annexe 2). Leur tête est robuste, avec une largeur moyenne approximativement égale à sa longueur (95,8 % de la longueur de la tête). Ils possèdent des yeux proéminents avec des pupilles horizontales. Le diamètre de l'œil fait 34,4 à 45,8 % de la longueur de la tête (LTe). Ces spécimens ont un museau arrondi à légèrement pointu. Leurs narines distinctes et bien visibles sont séparées d'une distance moyenne de 21,5 % de la longueur de la tête (LTe). Le tympan est plus ou moins distincts selon les spécimens et son diamètre horizontal moyen fait 21,7 % LTe. Distinct, le canthus rostral peut présenter une rayure claire, large et bien délimitée. Les pattes antérieures sont fines et modérément élancées, les pattes postérieures quant à elles, sont également fines mais plus longue avec des cuisses mesurant 42,8 à 49,5 % LMA. Le tibia dépasse les 1/3 de la longueur museau-anus avec une longueur moyenne de 49,2 % LMA. Le quatrième orteil qui est plus long fait 61,2 à 68,5 % LMA. Les tubercules métatarsiens internes et sub-articulaires sont proéminents et arrondis tandis que les tubercules externes et surnuméraires sont absents. Les doigts et les orteils des

Résultats et discussion

spécimens portent des disques distincts de forme ovale. Présente sur les orteils, la palmure est modérée et bien distincte (1 (0,75-1), 2i (1-1,25), 2e (0,25-0,5), 3i (1-1,25), 3e (0,25-0,5), 4i (1-1,25), 4e (1), 5 (0-0,25)). La peau de ces spécimens est lisse et présente de nombreuses petites verrues dispersées sur l'ensemble du corps.

La face dorsale du corps varie d'une coloration brunâtre à une coloration vert-laiteux avec parfois de nombreux petits points sombres ou clairs et de petites taches vert-blanchâtre. Un motif bien visible, de couleur blanc verdâtre est discernable sur le dos des spécimens examinés. Ce motif varie d'une forme triangulaire recouvrant le museau, à une large bande canthale selon les spécimens (Figure 21a, 21b, 21c). La présence d'une bande dorso-latérale souvent à juste titre indicatif, a été observée. Cette bande part de l'arrière de l'orbite et peut atteindre l'aîne. Chez les différents spécimens observés, la connexion entre le triangle frontal ou la bande canthale et la bande dorso-latérale est interrompue au niveau de la paupière supérieure. La coloration de la partie médiane du ventre et de la face ventrale des membres est vert-jaunâtre. Le reste du ventre est vert-bleuâtre. La coloration de la face ventrale est verdâtre pour la tête et jaunes pour les doigts et les orteils (Figure 21d).

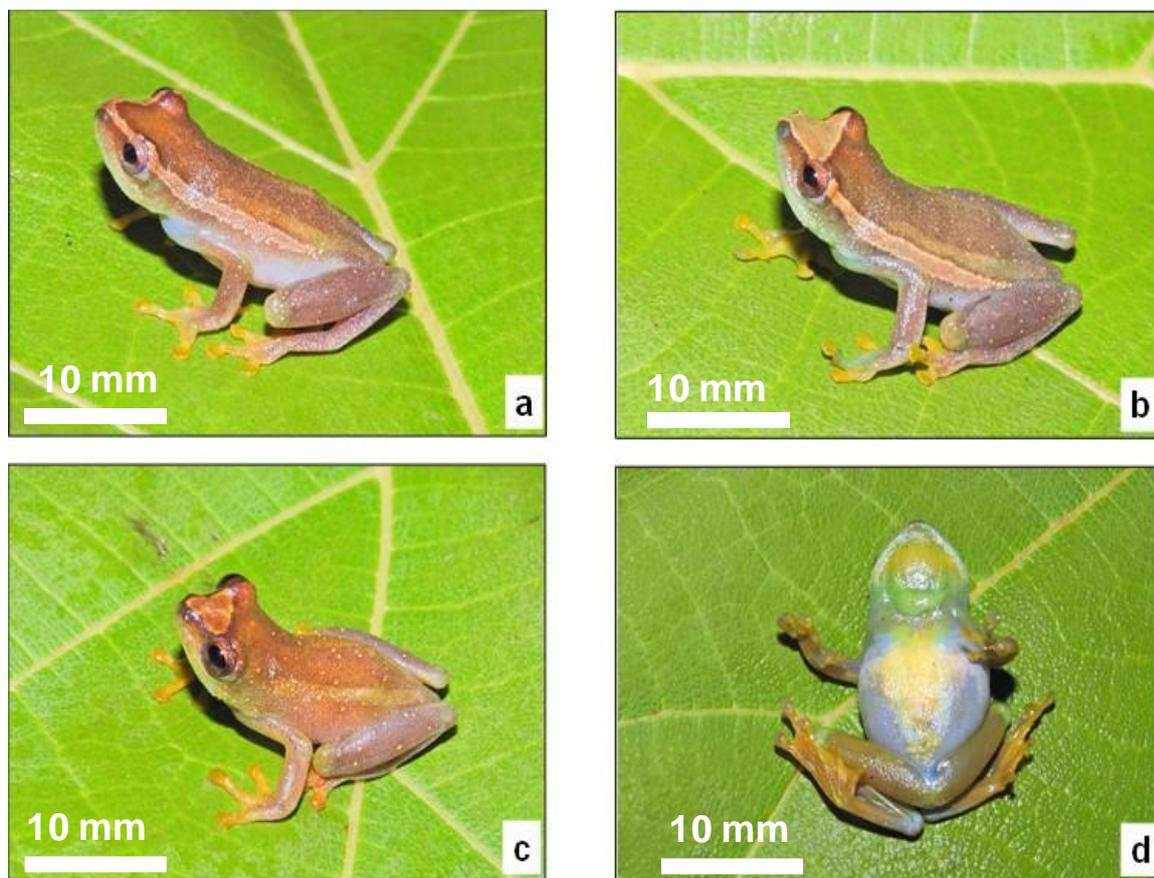


Figure 21 : Spécimens du taxon *Hyperolius chlorosteus* ; (a), (b) et (c) : variation du motif de la face dorsale ; (d) : coloration de la face ventrale.

III-2-1-2-2– Dimorphisme sexuel et variation des caractères morphométriques

Les spécimens mâles (n = 16) et femelles (n = 13) ne présentent pas de différence significative au niveau de la taille (LMA : Z = 1,36 ; p = 0,183). De même, la longueur de la tête ne varie pas significativement entre les deux sexes (LTe : Z = 0,496 ; p = 0,502). Hormis le ratio LCu/LMA qui diffère significativement entre les deux sexes (Z = -2,214 ; p = 0,026), les autres ratios sont similaires dans leurs valeurs médianes entre les deux sexes (Tableau VI). Les spécimens mâles possèdent un sac vocal en position médiane avec un rabat protecteur de taille moyenne qui dans certains cas est à peine séparé de la peau dilatable. Exceptée la coloration de la poche gulaire (vert clair) des mâles, les spécimens ne montrent aucune différenciation de coloration selon le sexe.

Tableau VI : Résultats du test de Mann Whitney réalisé sur les valeurs moyennes des caractères métriques des spécimens mâles et femelles de *Hyperolius chlorosteus*

Descripteurs	Mâle (n = 16)		Femelle (n = 13)		Valeur p	Significativité
	Méd	Min-Max	Méd	Min-Max		
LMA	33,8	31,1-36,5	35,3	31,5-36,8	0,183	ns
LTe	12,2	11,6-13,1	12,4	11,8-13,5	0,502	ns
LaTe (% LTe)	97	85,9-108,5	98	86,1-104,2	0,879	ns
LCu (% LMA)	47,9	43,2-49,5	46,9	42,8-48,9	0,026	si
LTi (% LMA)	49,2	47,6-53,2	48,9	46,2-53,2	0,374	ns
LPTa (% LMA)	65,8	61,2-68,2	64,5	63-68,5	0,423	ns
dOe (% LTe)	37,8	34,4-42,4	38,2	35,3-45,8	0,329	ns
DIO (% LTe)	51	44-58,5	53	47,9-60	0,143	ns
DINa (% LTe)	20,4	19,2-24,6	22,5	17,5-25	0,091	ns
OeNa (% LTe)	24,6	19,8-26,9	24,8	20,5-29,2	0,914	ns
DOM (% LTe)	35	32,8-45,8	37,5	33,1-41	0,156	ns
dTy (% LTe)	22,1	16,8-27,5	22,8	18-24,8	0,53	ns

si = valeurs de p significative (p < 0,05), ns = valeur de p non significative (p > 0,05), n = effectif, Moy = moyenne, E-T = Ecart-type, Max = maximum, Min = minimum.

III-2-1-3– Caractères morphologiques de l'espèce *Hyperolius lamottei* Laurent, 1958

III-2-1-3-1– Description morphologique des spécimens

L'espèce *Hyperolius lamottei* est une petite grenouille svelte des savanes de l'ouest du bloc forestier de la Haute Guinée atteignant 18 à 22,1 mm (LMA). La tête des spécimens est très allongée et mesure en moyenne 8,3 mm de long. Ces animaux ont des yeux à peine proéminents avec des pupilles horizontales et le diamètre de l'œil mesure 34,1 à 49,4 % de la longueur de la tête. Ces grenouilles possèdent également, un museau long et pointu, deux narines visibles et distinctes distantes de 18,2 % de la longueur museau anus (LTe). Le tympan est indistinct et son diamètre horizontal fait 12,2 à 15,2 % LTe (Annexe 2). Les membres de ces grenouilles sont fins, les membres antérieurs sont moins élancés et les membres postérieurs très longs. Les différents segments de la patte postérieure (la cuisse, le tibia et le plus long orteil) mesurent respectivement en moyenne, 43,3 %, 47,8 % et 64,5 % de la longueur museau-anus. Présents, les tubercules métatarsiens internes et sub-articulaires sont saillants alors que les tubercules externes et surnuméraires sont absents. Les bouts des doigts et des orteils portent de très petits disques mais clairement distincts. Les palmures sont présentes sur les orteils des spécimens mais sont très réduites (1(0,5), 2i (1-1,5), 2e (0,75-1), 3i (1,5-2), 3e (0,75-1), 4i (2-2,25), 4e (1-1,75), 5 (0,25-1)). Ces grenouilles ont une peau lisse, dépourvue de verrues. Leur iris a une coloration verdâtre-doré (Figure 22a et 22b). La face dorsale de leur corps varie d'une coloration doré clair à une coloration doré foncé. Une ligne vertébrale sombre s'étendant de la pointe du museau à l'urostyle a été observée. De couleur jaune vif ou jaune clair, les bandes dorso-latérales sont délimitées par des lignes sombres et continues se prolongeant jusqu'au bout du museau. La face dorsale des cuisses porte également une bande longitudinale claire bordée de deux lignes sombres bien que la coloration des cuisses soit plus rougeâtre que la coloration du reste du corps. La coloration du ventre est blanche et celle de la face ventrale des mains et des pattes postérieures peut être rougeâtre ou grisâtre suivant les spécimens (Figure 22c et 22d).

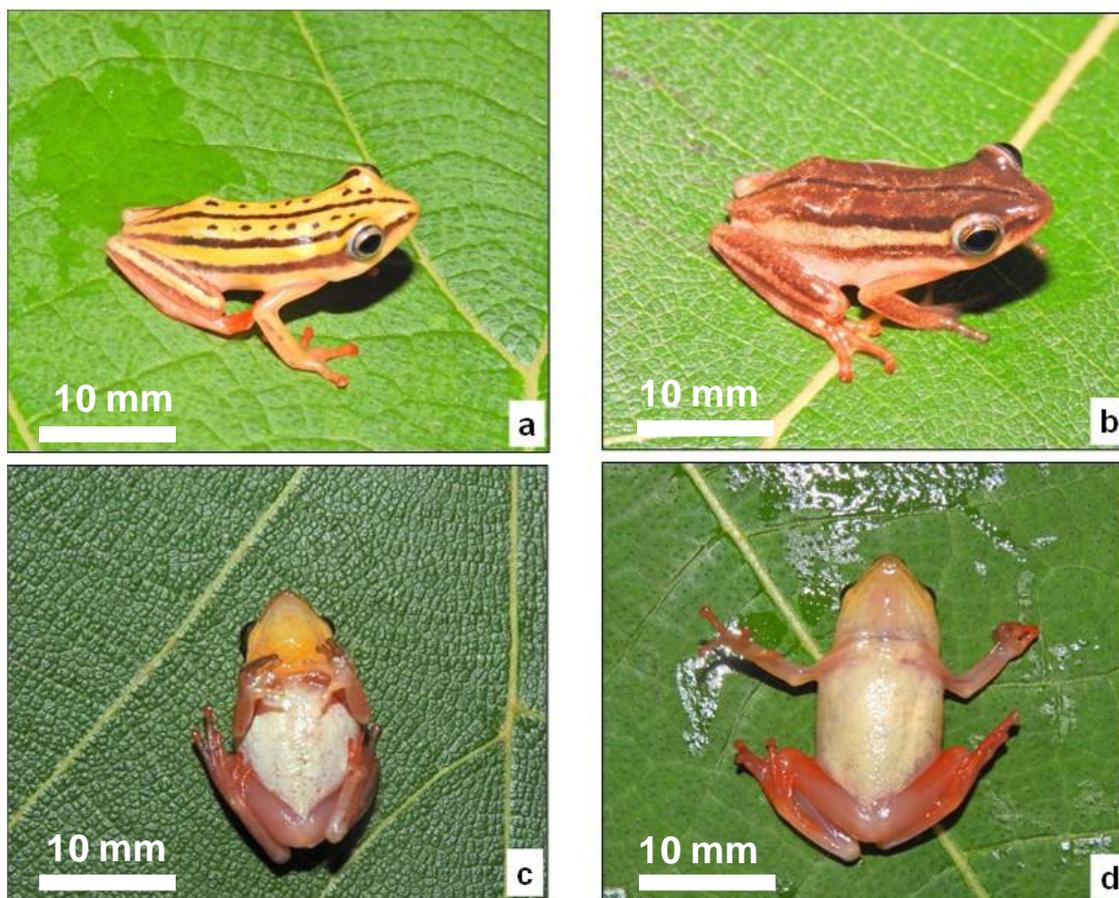


Figure 22 : Spécimens du taxon *Hyperolius lamottei* ; (a) et (b) : face dorsale ; (c) et (d) : face ventrale.

III-2-1-3-2– Dimorphisme sexuel et variation des caractères morphométriques

L'analyse des caractères métriques a révélé une différence significative de la taille entre les spécimens mâles et femelles (LMA : $Z = -3,775$; $p < 0,001$; nombre de mâle = 18 et nombre de femelle = 11). De ce fait, la taille médiane est de 22 mm chez les femelles et de 19,6 mm chez les mâles. La longueur de la tête est significativement différente entre les deux sexes ($Z = 2,834$; $P = 0,005$). Concernant les ratios, les valeurs sont majoritairement similaires entre les deux sexes, seul le rapport LTi/LMA se différencie significativement entre les spécimens mâles et femelles (Tableau VII). Chez ce taxon, les mâles possèdent un sac vocal unique central avec une poche gulaire bien développée. Hormis la couleur jaune de la gorge chez les mâles, aucune différence de coloration entre les deux sexes n'est observée.

Résultats et discussion

Tableau VII : Résultats du test de Mann Whitney réalisé sur les valeurs moyennes des caractères métriques des spécimens mâles et femelles de *Hyperolius lamottei*

Descripteurs	Mâle (n = 18)		Femelle (n = 11)		Valeur p	Significativité
	Méd	Min-Max	Méd	Min-Max		
LMA	19,6	18-21,2	22	20-22,1	0,0003	si
LTe	8,0	7,9-9	9	7,9-9,1	0,005	si
LaTe (% LTe)	72,5	56,7-77,2	70,5	55,6-75,9	0,74	ns
LCu (% LMA)	43,9	35-47,9	46	31,8-49,5	0,642	ns
LTi (% LMA)	48,0	44-54,1	46	44,5-50,5	0,008	si
LPTa (% LMA)	65,8	60,2-67,2	64,1	59,5-66,8	0,173	ns
dOe (% LTe)	39	34,4-48,7	43	34,1-49,4	0,52	ns
DIO (% LTe)	39	26,2-57	45	34,1-50	0,58	ns
DINa (% LTe)	18,8	13,3-25,3	19	13,2-25	0,492	ns
OeNa (% LTe)	21,2	18,5-25,3	22	16,5-25,3	0,807	ns
DOM (% LTe)	36,4	31,1-38	33	31,9-38	0,075	ns
dTy (% LTe)	13,8	12,2-15,2	13,2	12,2-15,2	0,22	ns

si = valeurs de p significative ($p < 0,05$), ns = valeur de p non significative ($p > 0,05$), n = effectif, Moy = moyenne, E-T = Ecart-type, Max = maximum, Min = minimum.

III-2-1-4– Caractères morphologiques de l'espèce *Hyperolius nimbae* Laurent, 1958

III-2-1-4-1– Description morphologique des spécimens

Les spécimens de cette espèce sont assez grands, avec une taille moyenne de 32,2 mm (LMA) (Annexe 2). Ils ont un corps large fortement charpenté, une tête longue (10 à 14 mm) et assez large (81,5 à 99 % LTe). Ces spécimens possèdent des yeux peu saillants avec des pupilles horizontales, le diamètre horizontal de l'œil fait 29,6 à 44,6 % LTe et la distance entre les orbites de l'œil fait en moyenne 53,1 % de la longueur de la tête. Les narines sont distinctes, visibles et distantes de 21,4 à 34,8 % LTe. Ces animaux ont un museau court et le canthus rostral est distinct. Les tympanes sont indistincts et leur diamètre horizontal mesure en moyenne 19,5 % LTe. Les membres sont modérément minces avec des pattes antérieures plus courtes que les

Résultats et discussion

pattes postérieures. La cuisse et le tibia font en moyenne 46,6 % et 51,3 % de la longueur museau-anus. Le quatrième orteil est le plus long orteil avec une longueur variant entre 65,6 % et 78,1 % LMA. Les tubercules métatarsiens internes et sub-articulaires sont présents, saillants et ovalaires. Les disques digitaux et pédieux sont de petites tailles, mais distincts et bien visibles. Les palmures sont bien développées sur les orteils (1 (0,25-0,5), 2i (1-1,25), 2e (0-0,25), 3i (1), 3e (0-0,5), 4i (1), 4e (0,5-1), 5 (0-0,25)). La texture cutanée du dos est rugueuse voire verruqueuse avec des verrues plus ou moins pointues selon les spécimens. La face ventrale du corps est lisse et pourvue de petites verrues arrondies et éparées.

La coloration dorsale générale peut varier de grisâtre clair ou foncé à un brun-grisâtre selon les spécimens. Certains spécimens ont un motif sous forme de sablier constitué par une ligne pointillée sombre sur le dos. A l'intérieur de ce motif, une coloration plus claire ou identique à celle du dos a été observée. D'autres spécimens, ont une surface dorsale parsemée de taches orange et noire (Figure 23a et 23b). Quant à la coloration ventrale du corps, elle est blanche au niveau du ventre et verdâtre ou rougeâtres au niveau des pattes (Figure 23c et 23d).

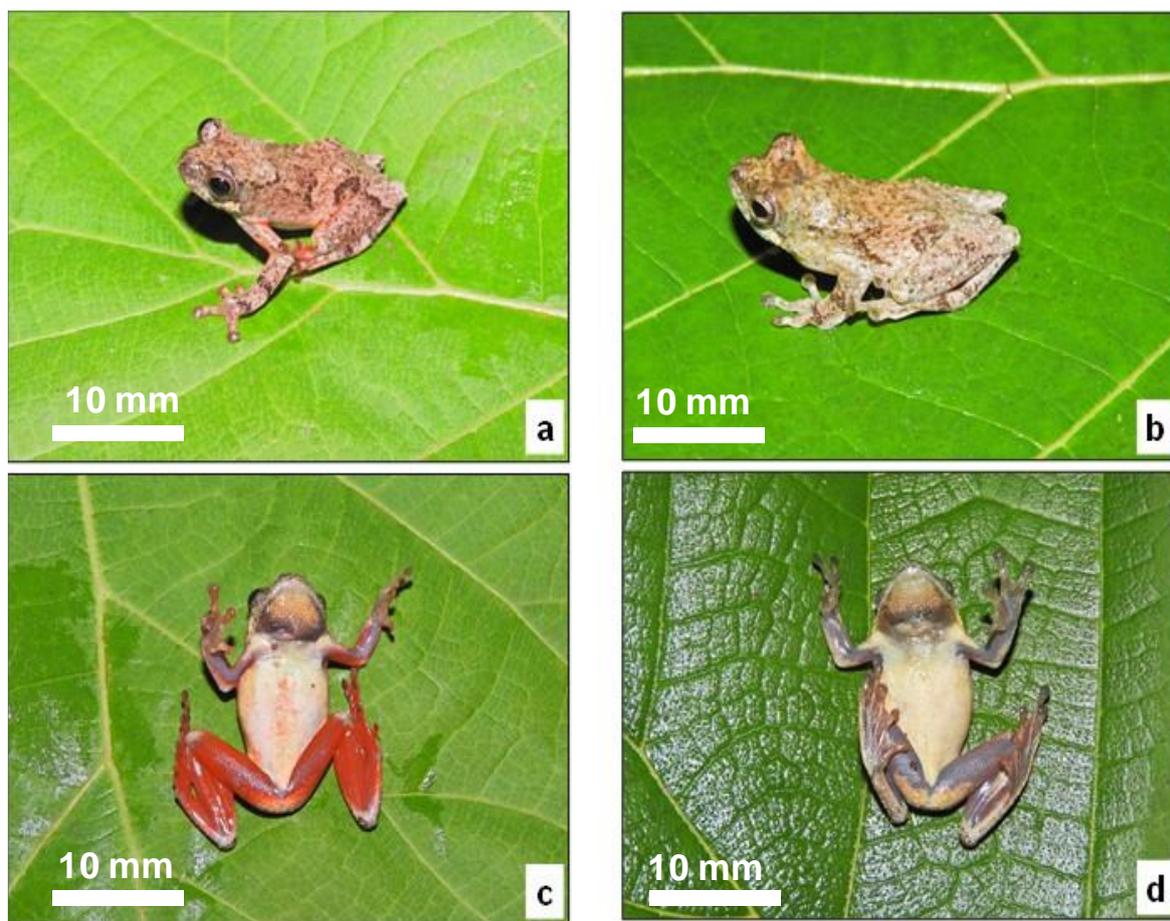


Figure 23 : Spécimens du taxon *Hyperolius nimbae* ; (a) et (b) : face dorsale ; (c) et (d) : face ventrale.

III-2-1-4-2– Dimorphisme sexuel et variation des caractères morphométriques

Les femelles (n = 11) sont significativement plus grandes que les mâles (n = 18) ($Z = 2,567$; $p = 0,009$), la valeur médiane de la longueur museau-anus chez les femelles est de 34 mm et de 31,5 mm chez les mâles. De même la longueur de la tête est significativement plus élevée chez les femelles que chez les mâles ($Z = 2,067$; $p = 0,031$), les valeurs médianes sont de 12,5 mm chez les femelles et de 11,7 mm chez les mâles. Cependant, hormis le ratio LaTe / LTe qui diffère significativement entre les deux sexes, les autres ratios sont similaires et ne présentent aucune différence significative (Tableau VIII). Les mâles possèdent un sac gulaire dont le lambeau protecteur est très grand et rugueux avec une peau très ridée, tandis que, les spécimens femelles ont un pli gulaire. La gorge des mâles a une coloration brune verdâtre et celle des femelles est blanche.

Tableau VIII : Résultats du test de Mann Whitney réalisé sur les valeurs moyennes des caractères métriques des spécimens mâles et femelles de *Hyperolius nimbae*

Descripteurs	Mâle (n=18)		Femelle (n=11)		Valeur p	Significativité
	Méd	Min-Max	Méd	Min-Max		
LMA	31,5	28,8-34,5	34	31-35,1	0,009	si
LTe	11,7	10-13,5	12,5	11,5-14	0,039	si
LaTe (% LTe)	90,2	84,2-99	88	81-92,6	0,031	si
LCu (% LMA)	47	43,1-53,8	45,2	43,7-50,3	0,188	ns
LTi (% LMA)	50,6	48,6-54,2	52	47,2-54	0,707	ns
LPTa (% LMA)	71	68,9-78,1	71,9	65,6-76,8	0,982	ns
dOe (% LTe)	40,8	34,6-44,6	38	29,6-42,6	0,122	ns
DIO (% LTe)	52,1	43,5-64,4	52,4	44,4-62	0,642	ns
DINa (% LTe)	26	23,1-34,8	26	21,4-33	0,674	ns
OeNa (% LTe)	18,8	14,8-23,8	19,4	14,8-24,3	0,52	ns
DOM (% LTe)	35,8	28,1-43,5	35	25,9-41,3	0,707	ns
dTy (% LTe)	19,2	16-25,2	18,4	16-24,8	0,912	ns

si = valeurs de p significative ($p < 0,05$), ns = valeur de p non significative ($p > 0,05$), n = effectif, Moy = moyenne, E-T = Ecart-type, Max = maximum, Min = minimum.

III-2-1-5– Caractères morphologiques de l'espèce *Kassina cochranæ* (Loveridge, 1941)

Au cours de cette étude, uniquement les spécimens mâles de l'espèce *Kassina cochranæ* ont été échantillonnés. De ce fait, seuls les caractères morphologiques des spécimens mâles ont été décrits.

Les spécimens de ce taxon sont assez grands et robustes avec une taille mesurant 32,9 à 36,5 mm (LMA) (Annexe 2). Leur tête est assez grosse et sa largeur moyenne dépasse les 2/3 de sa longueur. Ces grenouilles possèdent de grands yeux avec des pupilles verticales, le diamètre horizontal moyen de l'œil et la distance entre les orbites font respectivement 34,8 à 41,5 % et 41,2 à 49,1 % de la longueur de la tête. Leurs narines sont distinctes, visibles et se distancient de 21,4 à 25,9 % LTe. Le tympan est ovale, distinct, visible et son diamètre horizontal mesure en moyenne 22,4 % de la longueur de la tête. La texture cutanée de la face dorsale de ces anoues est lisse et quelque fois finement granuleuse. La peau de la partie postérieure du ventre et de la partie supérieure des cuisses est granuleuse, le reste de la face ventrale du corps est lisse. Ces grenouilles présentent de longs membres avec des doigts et des orteils longs et minces. Les longueurs moyennes des cuisses et des tibias dépassent le 1/3 de la taille moyenne de l'animal et font respectivement 41,6 % et 39,8 % LMA. Quant au plus long orteil, il dépasse les 2/3 de la taille de l'animal et mesure 65,2 à 71 % LMA. Les tubercules métatarsiens et sub-articulaire sont présents et ont une forme ovale. Les doigts et les orteils portent des disques distincts dont la taille est approximativement égale à celle des tubercules sub-articulaires. La palmure est réduite et se distingue entre le troisième, le quatrième et le cinquième orteil.

La coloration de l'iris est dorée et celle du dos peut être gris foncé ou vert-olive avec, des taches brun foncé. Ces taches ont une forme arrondie, une taille variable et sont bordées d'une fine ligne qui peut être claire chez certains spécimens ou indistincte chez d'autres (Figure 24a et 24b). Elles sont disposées en plusieurs rangées longitudinales (5 à 7 rangées) et s'étendent du bout du museau à l'urostyle. La surface dorsale des membres présente plusieurs barres transversales brun foncé avec des bordures claires. Le ventre et la partie supérieure de la surface ventrale des cuisses ont une couleur blanchâtre. Le reste de la surface ventrale et les parties cachées des membres sont rougeâtres avec des bandes sombres (Figure 24c). La coloration générale du corps est intensifiée par une surface brillante.

Les différents spécimens possèdent des sacs vocaux sub-gulaires avec deux lobes formant un pli en forme de U ouvert sur la gorge. La gorge de ces spécimens est sombre et pigmentée avec une partie ridée non pigmentée s'étendant jusqu'à la poitrine.

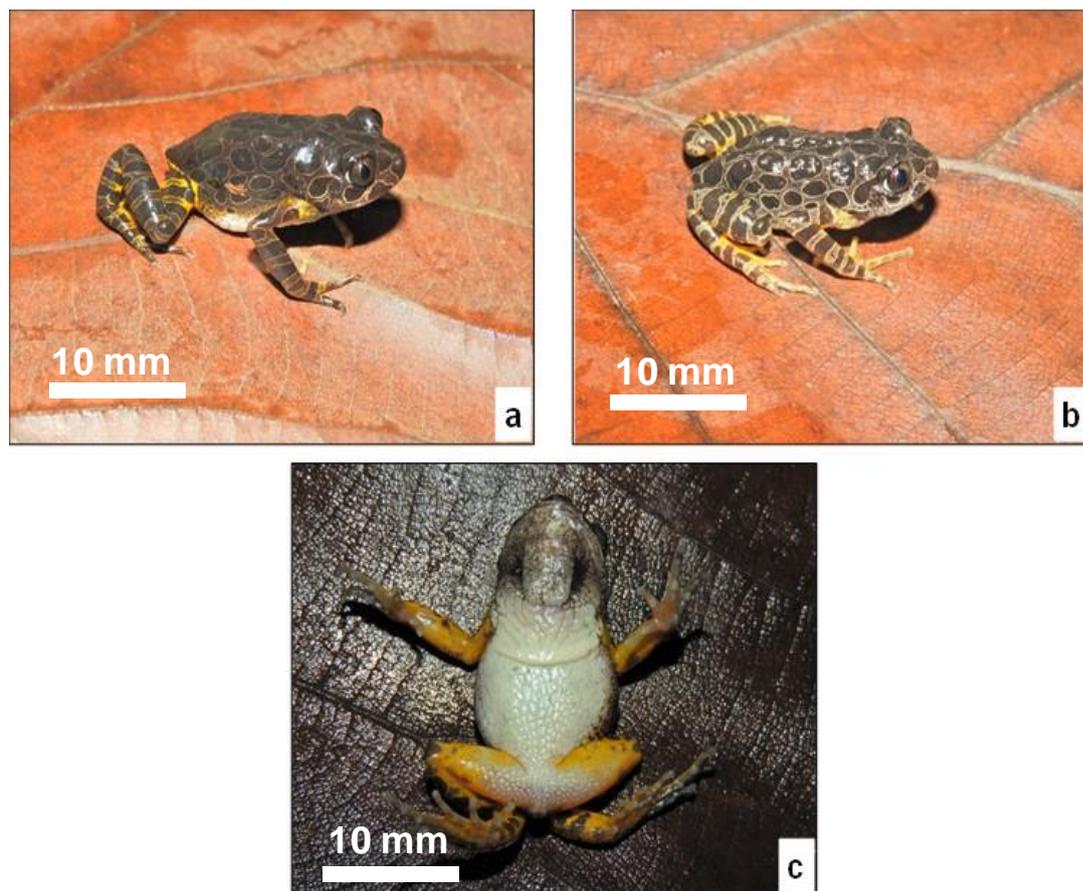


Figure 24 : Spécimens du taxon *Kassina cochranæ* ; (a) et (b) : face dorsale ; (c) : face ventrale.

III-2-1-6– Caractères morphologiques de l'espèce *Odontobatrachus arndti* Barej, Schmitz, Penner, Doumbia, Sandberger-Loua, Emmrich, Adeba & Rödel, 2015

III-2-1-6-1– Description morphologique des spécimens

L'analyse morphologique du taxon *Odontobatrachus arndti* a révélé que, ses spécimens ont un corps long, légèrement robuste et mesurent en moyenne 51,3 mm (LMA). Leur tête a une longueur allant de 17,1 à 24,1 mm et une largeur allant de 62,2 à 91,3 % de la longueur de ta tête (LTe) (Annexe 2). Ces spécimens ont un museau court et arrondi, des narines distinctes distantes de 16,7 à 36,8 % LTe et un canthus rostral arrondi et distinct. Leurs yeux sont saillants avec des pupilles elliptiques, le diamètre horizontal de l'œil et la distance entre les deux orbites de l'œil font approximativement 1/3 et 2/3 de la longueur de la tête. Le tympan est distinct et ovale avec un diamètre horizontal moyen mesurant 17,1 % LTe. Un pli supra-tympanal légèrement incurvé allant du bord postérieur de l'œil à l'épaule est observé. Les pattes antérieures sont peu élancées et peu robustes avec des avant-bras hypertrophiés. Contrairement

Résultats et discussion

aux pattes antérieures, les pattes postérieures sont plutôt très longues et plus robustes. Les longueurs de la cuisse et du tibia font respectivement 40,1-55,3 % et 37,4-52,1 % de la taille du corps (LMA). Les doigts et les orteils sont effilés et le plus long orteil mesure 36,6-48,3% LMA. Les tubercules métatarsiens internes de forme elliptique et les tubercules sub-articulaires de forme subconiques sont présents et saillants tandis que les tubercules métatarsiens externes et surnuméraires sont absents. Les bouts des doigts et des orteils sont élargis et forment des disques dilatés triangulaires bien distincts. Les palmures sont absentes aux doigts mais, sont présentes, distinctes et complètement développées aux orteils avec la formule suivante : 1 (0), 2i (0), 2e (0), 3i (1), 3e (0), 4i (0,5-0,75), 4e (0,5-0,75), 5 (0). La texture cutanée de la face dorsale de ces animaux est hétérogène avec une peau à la fois rugueuse et granuleuse. La présence de fines crêtes dorsales allant de trois à six crêtes a été observée sur le dos et les flancs des spécimens. La surface cutanée des tibias porte également des crêtes glandulaires formant des lignes à peine rompues par endroits. Quant à la texture cutanée de la face ventrale de ces animaux, elle est plutôt homogène avec des granulations fines et éparses.

La coloration dorsale de ces grenouilles varie d'une couleur noirâtre à une couleur beige avec des taches brun-rougeâtre (Figure 25a et 25b). La coloration ventrale de leur corps est variable. Chez certains spécimens, la gorge et le ventre sont blanchâtres et les cuisses sont rosâtres. D'autres au contraire présentent une coloration ventrale totalement sombre avec des motifs qui s'estompent au niveau des pattes postérieures (Figure 25c et 25d).

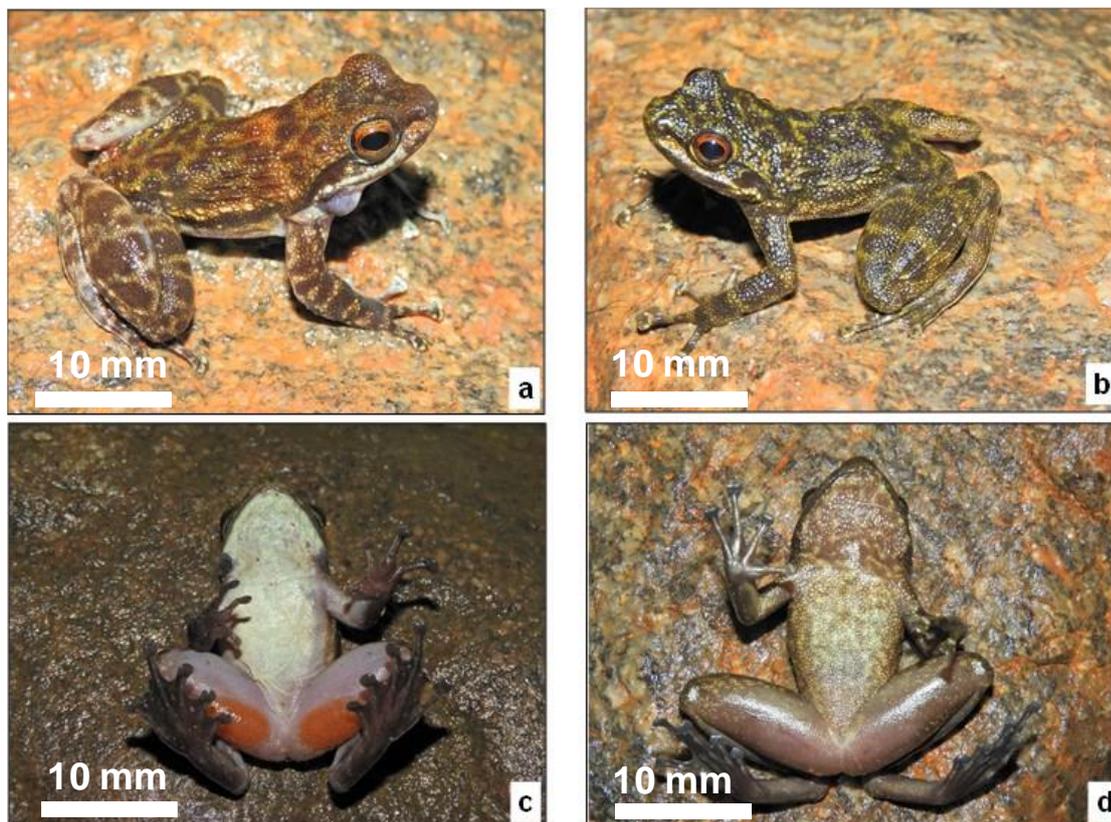


Figure 25 : Spécimens du taxon *Odontobatrachus arndti* ; (a) et (b) : face dorsale ; (c) et (d) : face ventrale.

III-2-1-6-2– Dimorphisme sexuel et variation des caractères morphométriques

Les femelles sont significativement plus grandes que les mâles (LMA : $Z = 4.391$, $p < 0.001$, nombre de mâles = 15, nombre de femelles = 14), la longueur museau-anus maximale est de 60 mm chez les femelles et de 50 mm chez les mâles et par conséquent possèdent une tête plus longue (LTe : $Z = 2,279$, $p = 0.022$). La valeur médiane de la longueur de la tête fait 21 mm chez les femelles et 19 mm chez les mâles. Cependant, les ratios sont majoritairement similaires entre les deux sexes, bien que les valeurs en LCu / LMA ($Z = -2,751$, $p = 0,005$), LTi / LMA ($Z = -2,161$, $p = 0,029$) et dTy / LTe ($Z = -2,11$, $p = 0,032$) soient significativement différentes entre les mâles et les femelles (Tableau IX). Les caractères sexuels secondaires présents chez les mâles sont les glandes fémorales, les excroissances nuptiales et les sacs vocaux. Les glandes fémorales sont placées sur la partie postérieure de la face ventrale des cuisses et mesurent en moyenne 6,3 mm de large et 12,6 mm de long. Les excroissances nuptiales sont veloutées et plus ou moins développées sur le doigt un (1). Les sacs vocaux sont latéraux et appariés.

Résultats et discussion

La coloration des glandes fémorales des mâles est orangée. Toutefois, la coloration générale de ces animaux ne montre aucune différenciation selon le sexe.

Tableau IX : Résultats du test de Mann Whitney réalisé sur les valeurs moyennes des caractères métriques des spécimens mâles et femelles de *Odontobatrachus arndti*

Descripteurs	Mâle (n=15)		Femelle (n=14)		Valeur p	Significativité
	Méd	Min-Max	Méd	Min-Max		
LMA	47	46-50	56,2	49-60	0,0001	si
LTe	19	17,1-24,1	21	18-23	0,022	si
LaTe (% LTe)	75	62,2-84,8	80	70,9-91,3	0,056	ns
LCu (% LMA)	51,4	48-55,3	49,2	40,1-52,2	0,005	si
LTi (% LMA)	47,3	44,4-52,1	46	37,4-52	0,029	si
LPTa (% LMA)	60,8	57,4-67,4	60,2	41-69,4	0,079	ns
dOe (% LTe)	35,4	26,1-42,1	39,8	29,7-42,8	0,069	ns
DIO (% LTe)	58	50-67,6	63	47,4-77,8	0,102	ns
DINa (% LTe)	25,2	19,5-36,8	24	16,7-33,3	0,914	ns
OeNa (% LTe)	31,9	20,5-35,1	28	17,4-34,2	0,122	ns
DOM (% LTe)	42,8	28,2-52,6	38	29,7-43,9	0,331	ns
dTy (% LTe)	17,9	13,3-22,2	14,6	13,2-22	0,032	si

si = valeur de p significative ($p < 0,05$), ns = valeur de p non significative ($p > 0,05$), n = effectif, Moy = moyenne, E-T = Ecart-type, Max = maximum, Min = minimum.

III-2-1-7– Caractères morphologiques de l'espèce *Ptychadena submascareniensis* (Guibé & Lamotte, 1953)

III-2-1-7-1– Description morphologique des spécimens

Les spécimens de cette espèce sont relativement petits, compacts et leur taille varie entre 20,8 mm et 31,8 mm (LMA). Leur tête est plus longue que large et fait en moyenne 11,4 mm de long et 76 % LTe de large. Ils présentent un museau modérément pointu et des narines distinctes plus ou moins proéminentes distantes de 11,7 à 27,2 % de la longueur de la tête (LTe). Ils

Résultats et discussion

possèdent des yeux légèrement saillants avec des pupilles ovales. Le diamètre horizontal de l'œil est plus grand que la distance œil-narine et approximativement égal à la distance œil-museau (Annexe 2). Le tympan est ovale, distinct, visible et son diamètre horizontal atteint 15,6 à 30,4 % de la longueur de la tête. Cinq paires de crêtes longitudinales ont été observées sur le dos des spécimens. Deux d'entre elles commencent au bord postérieur de l'œil et s'étendent jusqu'à l'urostyle. La paire suivante commence au centre du corps et s'arrête juste avant l'aine. La paire de crête dorso-latérale s'étend du bord postérieur de l'œil jusqu'à l'aine. Quant à la dernière paire, elle est plus latérale, plus courte, plus ou moins visible et commence loin derrière le tympan. La texture cutanée entre les crêtes est faiblement granulée et celle des flancs et des paupières est un peu verruqueuse. La surface ventrale du corps est lisse et dépourvue de verrues. Les membres de ces animaux sont fins avec des pattes antérieures moins élancées et des pattes postérieures très longues. Les longueurs de la cuisse et du tibia dépassent légèrement dans leur valeur moyenne le 1/2 de la longueur museau-anus et le plus long orteil quant à lui est supérieure au 3/4 de la longueur museau-anus. Les tubercules métatarsiens internes et sub-articulaires sont présents et bien définis tandis que les tubercules métatarsiens externes et surnuméraires sont absents. Le bout des doigts et les orteils portent de minuscules disques tout de même bien distincts. Quant aux palmures, seuls les orteils en sont pourvus avec la formule suivante : 1 (0,5), 2i (0,75), 2e (0,25), 3i (2), 3e (1), 4i (2-2,25), 4e (2), 5 (0,25-0,5).

La coloration du dos est brune avec des taches plus sombres, de formes variables. Une fine ligne vertébrale claire et une ligne inter-orbitale claire ou sombre ont été observées chez les spécimens. La crête dorso-latérale est de teinte plus claire et la face dorsale des membres présente de larges bandes sombres alternées de bandes claires plus fines (Figure 26a et 26b). La coloration est blanchâtre pour la face ventrale de la tête et du ventre tandis qu'elle est grisâtre pour la face ventrale des membres (Figure 26c et 26d).

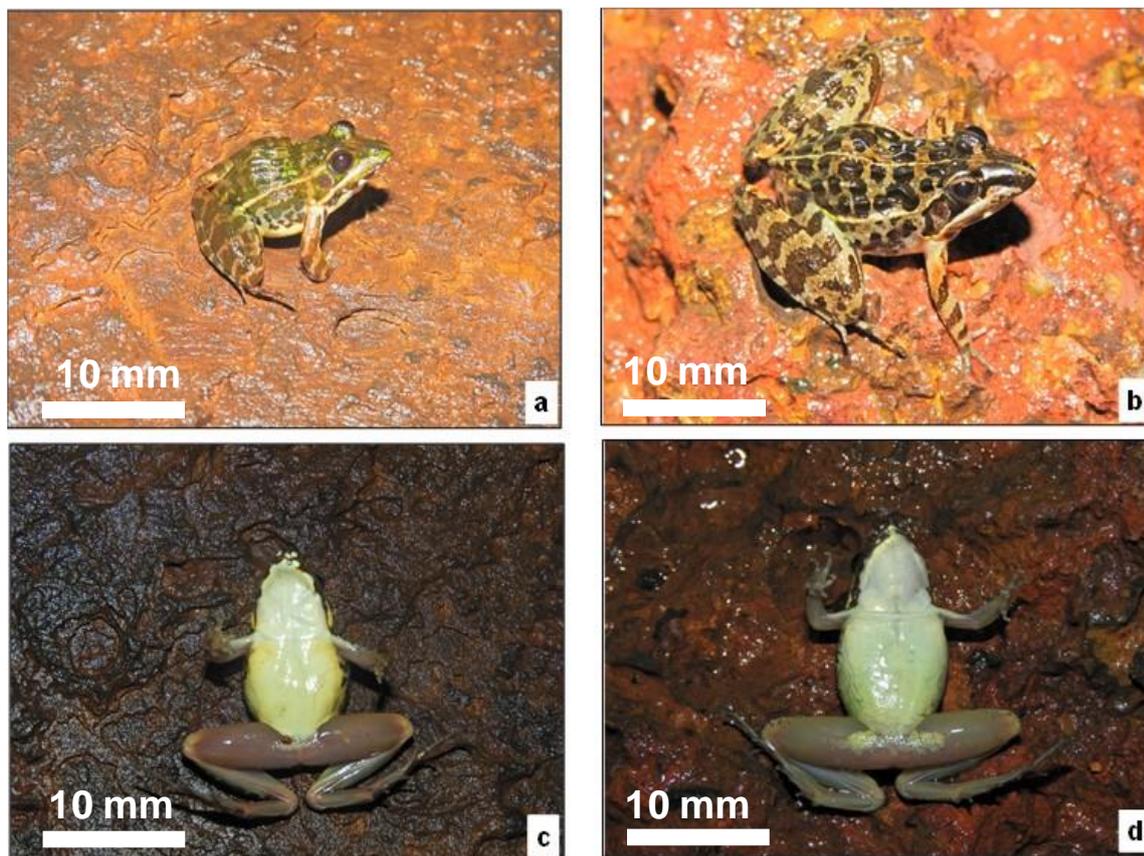


Figure 26 : Spécimens du taxon *Ptychadena submascareniensis* ; (a) et (b) : face dorsale ; (c) et (d) : face ventrale.

III-2-1-7-2– Dimorphisme sexuel et variation des caractères morphométriques

Les femelles ($n = 12$) sont significativement plus grandes que les mâles ($n = 15$) (LMA : $Z = 2,49$; $p = 0,011$) avec une longueur museau-anus médiane de 29 mm chez les femelles et 24 mm chez les mâles. Cependant, la longueur de la tête ne présente aucune différence significative entre les spécimens mâles et femelles ($Z = 1,394$; $p = 0,167$). Les ratios sont dans leur majorité similaires entre les spécimens des deux sexes, les mâles ne montrent que des valeurs significativement plus élevées en $LPTa / LMA$ ($Z = -2,269$; $p = 0,021$) (Tableau X). Les caractères sexuels secondaires des mâles sont la présence d'une paire de sacs vocaux latéraux. Ces sacs ont des fentes qui s'étendent diagonalement depuis les coins de la bouche sous la base des avant-bras. La coloration générale du corps ne présente aucune différenciation de couleur en fonction du sexe.

Résultats et discussion

Tableau X : Résultats du test de Mann Whitney réalisé sur les valeurs moyennes des caractères métriques des spécimens mâles et femelles de *Ptychadena submascareniensis*

Descripteurs	Mâle (n=15)		Femelle (n=12)		Valeur p	Significativité
	Méd	Min-Max	Méd	Min-Max		
LMA	24	23-26,8	29	20,8-31,8	0,011	si
LTe	10,5	8,4-14	12	9,2-14,2	0,167	ns
LaTe (% LTe)	77,5	55,7-87	73	58,6-98	0,942	ns
LCu (% LMA)	55,9	48,8-63	55	45,8-64,1	0,829	ns
LTi (% LMA)	53	46-58,8	51	44,6-60,6	0,399	ns
LPTa (% LMA)	79	70,9-97,9	72	52,1-90	0,021	si
dOe (% LTe)	33	25-41,7	37	23,4-49	0,152	ns
DIO (% LTe)	48	25,7-61	45	35,1-69,7	0,866	ns
DINa (% LTe)	18,4	14,3-24,5	18,4	11,7-27,2	0,516	ns
OeNa (% LTe)	28,4	17,8-39	24	14,8-33,7	0,074	ns
DOM (% LTe)	46	32,1-65,5	47	29,7-63	0,829	ns
dTy (% LTe)	21,7	15,9-30	20	15,6-30,4	0,548	ns

si = valeur de p significative ($p < 0,05$), ns = valeur de p non significative ($p > 0,05$), n = effectif, Moy = moyenne, E-T = Ecart-type, Max = maximum, Min = minimum.

III-2-2– Discussion

Différents caractères morphologiques et biométriques proposés par Lamotte & Xavier (1981), Rödel (2000), Assemian (2009) et Neira-Salamea *et al.* (2021) ont permis de décrire sept espèces endémiques d'amphibiens dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba. Il s'agit notamment des spécimens de *Conraua alleni*, *Hyperolius chlorosteus*, *Hyperolius lamottei*, *Hyperolius nimbae*, *Kassina cochranæ*, *Odontobatrachus arndti*, et *Ptychadena submascareniensis*, qui ont été décrits globalement, puis en fonction de leur sexe (dimorphisme sexuel).

De cette étude, il ressort que chez le taxon *Conraua alleni*, la taille des spécimens varie entre 48,1 et 56,3 mm. Ces valeurs sont similaires à celles obtenues par Kanga *et al.* (2021) qui ont échantillonné dans la même zone des spécimens mesurant entre 51,1 et 55,6 mm. La taille des spécimens de la RNIMN est plus petite que celle des spécimens (61 à 70 mm) décrits par Rödel & Bangoura (2004) et Channing & Rödel (2019). Cette différence de taille s'expliquerait par le fait que nos spécimens et ceux de Rödel & Bangoura (2004) et Channing & Rödel (2019) soient deux sous-espèces de *Conraua alleni*. En effet, selon Hillers *et al.* (2008a), Leaché *et al.* (2020) et Blackburn *et al.* (2020), le taxon *Conraua alleni* renfermerait au moins deux sous-espèces distinctes. Cependant, la morphologie et le modèle de coloration décrits par Channing & Rödel (2019) et Kanga *et al.* (2021) correspondent à ceux de certains nos spécimens. L'analyse morphométrique en fonction du sexe a révélé que les spécimens mâles et femelles peuvent être différenciés à partir de quatre caractères quantitatifs. Trois paramètres dont la taille (LMA), la distance œil-museau (DOM) et la distance inter orbitale (DIO) sont significativement plus élevés chez les femelles que chez les mâles. Ce résultat contraste en partie avec celui de Channing & Rödel (2019), qui ont obtenu des valeurs de la longueur museau-anus (LMA) plus élevées chez les mâles que chez les femelles. Or, selon Rödel (2000) et Bagaturov & Bagaturova (2018), chez les anoures, les femelles sont généralement plus grandes que les mâles. En effet, les femelles sont robustes et rondes en raison de la croissance et de la maturation des ovocytes pendant l'ovogenèse. De même, les mâles de nombreuses espèces ont les membres plus longs et plus robustes que ceux des femelles, afin de maintenir les femelles plus grandes en amplexus pendant la ponte (Bagaturov & Bagaturova, 2018). C'est ce qui expliquerait les valeurs élevées de la longueur de la cuisse (LCu) observées chez les mâles. Par ailleurs, l'analyse en composantes principales (ACP) a montré un chevauchement des paramètres mesurés entre les spécimens mâles et femelles. Toutefois, les paramètres LCu, DOM et DIO ont été les variables les plus déterminantes dans la différenciation sexuelle. En outre, la

coloration générale du corps des spécimens des deux sexes est conforme au patron de coloration défini par Neira-Salamea *et al.* (2021) sur le genre *Conraua*.

Concernant l'espèce de *Hyperolius chlorosteus*, les échantillons collectés au Mont Nimba ont une longueur museau-anus (LMA) qui varie entre 31,1 et 36,8 mm. Ces mesures sont similaires à celles obtenues par Schiøtz (1967 ; 1999), Kanga *et al.* (2021) et AmphibiaWeb (2022). En effet, ces auteurs ont enregistré des valeurs comprises entre 33 et 37 mm en Côte d'Ivoire, Guinée, Libéria et Sierra Leone. Aussi, convient-il de noter que trois autres paramètres (la longueur du tibia (LTi), le diamètre de l'œil (dOe) et la distance œil-narine (OeNa)) ont également été utilisés par Schiøtz (1967) pour décrire les spécimens de l'espèce *Hyperolius chlorosteus*. Les mensurations (LTi = 18,9-27,2 mm ; dOe = 6-9,2 mm et OeNa = 3,4-9 mm) enregistrées sur les spécimens de la RNIMN sont proches de celles obtenues par Schiøtz (1967) (LTi = 17,1-18,8 mm ; dOe = 4,5-4,9 mm et OeNa = 3,4-3,6 mm). De même, les individus échantillonnés dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba présentent des caractéristiques morphologiques identiques et la même gamme de coloration que les spécimens décrits par Schiøtz (1967 ; 1999) et AmphibiaWeb (2022). L'étude du dimorphisme sexuel effectuée sur les spécimens du taxon *Hyperolius chlorosteus* a révélé que pour les paramètres quantitatifs, seule la longueur de la cuisse (LCu) présente une différence significative entre les mâles et les femelles. Il ressort que très peu de paramètres quantitatifs permettent de distinguer les individus mâles et femelles. Ces résultats corroborent les observations effectuées par Schiøtz (1967), qui n'a observé que très peu ou pas de différence significative entre les spécimens mâles et femelles. Du point de vue morphologique, la poche gulaire de coloration vert clair observée chez les mâles différencie ceux-ci des femelles. Ces mêmes caractéristiques ont été observées chez les mâles de *Hyperolius chlorosteus* par Schiøtz (1967 ; 1999), AmphibiaWeb (2022), et Gongomin *et al.* (2022).

Quant aux spécimens de *Hyperolius lamottei*, leur taille s'inscrivait dans les valeurs intermédiaires comprises entre 18 et 22,1 mm. Ces valeurs concordent avec celles mesurées par Schiøtz (1967 ; 1999), Kanga *et al.* (2021) et AmphibiaWeb (2022) qui s'étendent entre 17 et 27 mm. De même, la longueur du tibia (LTi), le diamètre de l'œil (dOe) et la distance œil-narine (OeNa) ont aussi été notés par Schiøtz (1967) dans la description de l'espèce. Les valeurs (LTi = 8,8-10,1 mm ; dOe = 3-3,9 mm et OeNa = 2,3-3 mm) de ces caractères métriques relevées sur les spécimens prélevés dans la RNIMN correspondent à celles (LTi = 10,3-12,3 mm ; dOe = 2,6-3,3 mm et OeNa = 1,8-2,4 mm) des spécimens collectés à Freetown et Kasewe (Sierra Leone) et Lamto (Côte d'Ivoire) par Schiøtz (1967). En outre, les échantillons issus du Mont Nimba ne diffèrent ni en coloration, ni morphologiquement des spécimens décrits par Schiøtz

(1967 ; 1999), Rödel (2000) et AmphibiaWeb (2022). L'analyse du dimorphisme sexuel chez cette espèce a montré une différence significative pour la taille (LMA), la longueur de tête (LTe) et la longueur du tibia (LTi) entre les individus mâles et femelles. Ces résultats sont, en partie, en accord avec les observations effectuées par Schiøtz (1967) et Kanga *et al.* (2021) qui ont signifié que les individus mâles étaient de plus petite taille que les femelles. Cependant, aucune différence notable dans les mesures du tibia (LTi) n'a été observée entre les spécimens mâles et femelles de cette espèce (Schiøtz, 1967). Sur le plan morphologique, seule la présence de poche gulaire diffère les mâles des femelles. Ce sac vocal a également été mentionné par Schiøtz (1967 ; 1999), Rödel (2000) et AmphibiaWeb (2022) dans leurs travaux sur les *Hyperolius* d'Afrique de l'Ouest.

En ce qui concerne le lot de spécimens du taxon *Hyperolius nimbae* capturés dans la région du Mont Nimba, leur longueur museau-anus (LMA) est comprise entre 28,8 et 35,1 mm. Ces valeurs se situent dans la gamme de variations connues de l'espèce (Schiøtz, 1967 ; Kouamé *et al.*, 2016 ; Kanga *et al.*, 2021 ; AmphibiaWeb, 2022). En plus des quatre paramètres (la longueur du tibia (LTi), le diamètre de l'œil (dOe), et la distance œil-narine (OeNa)) utilisés par Schiøtz (1967), Kouamé *et al.* (2016) ont également mesurés six autres caractères (Longueur de la tête (LTe), largeur de la tête (LaTe), distance inter orbitale (DIO), diamètre du tympan (dTy), longueur de la cuisse (LCu) et longueur du pied tarse (LPTa)) pour décrire l'espèce. Les valeurs métriques moyennes relevées sur nos spécimens, présentent des similitudes avec celles mesurées par Kouamé *et al.* (2016), dans la région du Mont Nimba. De même, les caractères morphologiques, la variation de couleur et les différences dans le motif de nos différents spécimens sont conformes aux descriptions antérieures établies par Schiøtz (1967), Kouamé *et al.* (2016) et Kanga *et al.* (2021). Le dimorphisme sexuel chez cette espèce a été observé au niveau de la taille (LMA), de la longueur de la tête (LTe) et de la largeur de la tête (LaTe). Une différence de taille en faveur des femelles a été mentionnée par Schiøtz (1967) et AmphibiaWeb (2022). Cependant, ces auteurs n'ont pas mentionné les deux autres paramètres (LTe et LaTe). Morphologiquement, les mâles et les femelles se distinguent par la présence et la coloration (brun verdâtre) du sac gulaire chez les mâles et la présence d'un pli gulaire transversal chez les femelles. Ces caractères morphologiques distinctifs ont également été observés par Schiøtz (1967) et AmphibiaWeb (2022).

Chez le taxon *Kassina cochranæ*, les individus collectés dans à la périphérie de la RNIMN possèdent une taille comprise entre 32,9 et 36,5 mm. Cette gamme de variation est similaire à celle mesurée par Schiøtz (1967), Rödel (2000), Rödel *et al.* (2002), Kanga *et al.* (2021) et AmphibiaWeb (2022) dans la description de l'espèce. En outre, Rödel *et al.* (2002) ont utilisé

la largeur de la tête (LaTe), la longueur de la cuisse (LCu), la longueur du tibia (LTi) et la distance œil-museau (DOM) pour décrire les spécimens de *Kassina cochranæ* enregistrés dans la localité de Danané (Côte d'Ivoire). Les valeurs (LaTe = 11-13,2 mm ; LCu = 13-14,8 mm ; LTi = 13,5-14,1 mm et DOM = 4,8-6 mm) de ces paramètres prélevés dans la présente étude correspondent à celles (LaTe = 9-14 mm ; LCu = 11,5-15,1 mm ; LTi = 11,3-14,4 mm et DOM = 4,3-6,6 mm) mesurées par Rödel *et al.* (2002). Quant à la morphologie et au patron de colorations des échantillons de cette étude, ils reflètent le modèle des spécimens décrits par Schiøtz (1967), Rödel (2000), Rödel *et al.* (2002) et AmphibiaWeb (2022). Cependant, notre description de *Kassina cochranæ* est principalement basée sur les caractères morphométriques des mâles. En effet, lors de nos investigations sur l'espèce, seuls les individus mâles ont été capturés. Ce résultat est conforme à celui de Kanga *et al.* (2021) qui n'ont collectés que des spécimens mâles. En outre selon Ajibola *et al.* (2016), les spécimens mâles sont massivement plus capturés lors des échantillonnages nocturnes en raison de leur coassement audible contrairement aux femelles qui ne coassent pas. Ces dernières sont difficilement repérables dans le milieu.

Au niveau du taxon *Odontobatrachus arndti*, les individus originaires de la Réserve mesurent en moyenne 51,3 mm. Cette valeur avoisine les valeurs mesurées par Barej *et al.* (2015), Kanga *et al.* (2021) et AmphibiaWeb (2022), qui oscillent entre 43,5 et 64 mm de longueur. Six des 12 caractères métriques considérés dans cette étude, ont été mentionnés par Barej *et al.* (2015) dans les zones montagneuses de la Guinée. Les mensurations de ces paramètres relevées sur nos spécimens présentent des valeurs (LaTe = 12-21 mm ; dOe = 4,9-9,2 mm ; dTy = 2,9-4,8 mm ; OeNa = 4-7 mm ; DOM = 5,5-10 mm et LCu = 22-30,15 mm) quasi identiques à celles (LaTe = 15,2-20,9 mm ; dOe = 6-8,3 mm ; dTy = 2,2-3,4 mm ; OeNa = 3-4,3 mm ; DOM = 5,2-7,3 mm et LCu = 22,3-29,8 mm) obtenues par Barej *et al.* (2015). Par ailleurs, nos spécimens de *Odontobatrachus arndti* sont morphologiquement identiques et montrent les mêmes variations de colorations que les individus enregistrés par Barej *et al.* (2015) et AmphibiaWeb (2022). Au niveau du dimorphisme sexuel, cinq paramètres quantitatifs (LMA, LTe, LTi, dTy et LCu) présentent des différences significatives entre les individus mâles et femelles. Ces résultats sont en partie en accord avec ceux de Barej *et al.* (2015) qui ont indiqués une différence notable entre individus mâles et femelle pour la taille (LMA), la longueur de la cuisse (LCu) et le diamètre du tympan (dTy). En outre les caractères qualitatifs tels que la glande fémorale et sa coloration orangée, les excroissances (coussinets) nuptiales et les sacs vocaux présents chez les mâles les distinguent aisément des femelles (Barej *et al.*, 2015 ; AmphibiaWeb, 2022).

Relativement aux spécimens de *Ptychadena submascareniensis* capturés dans la RNIMN, ceux-ci sont caractérisés par leur taille qui varie entre 20,8 et 31,8mm. Ces valeurs sont similaires à celles issues des travaux antérieurs au Mont Nimba sur la même espèce (Rödel, 2000 ; Kanga *et al.*, 2021 ; AmphibiaWeb, 2022). En effet, Selon ces auteurs la taille de *Ptychadena submascareniensis* varie entre 24 et 33 mm. De ce fait, cette espèce est la plus petite du genre *Ptychadena* en Afrique de l'Ouest (Channing & Rödel, 2019). De même, certains paramètres tels que la longueur de la tête (LTe), la largeur de la tête (LaTe), de diamètre de l'œil (dOe) et la distance œil-narine (OeNa)) ont également été utilisés par Rödel (2000) dans sa description de *Ptychadena submascareniensis*. Nos spécimens ont en moyenne une tête plus longue (LTe = 11,4 mm) que large (LaTe = 3/4 LTe) et un diamètre de l'œil (dOe) plus grand que la distance œil-narine (Oe-Na). Ces descripteurs métriques présentent des caractéristiques identiques à ceux des individus prélevés par Rödel (2000). De plus, la morphologie externe et les variations de colorations de nos spécimens sont en conformité avec la description de l'espèce réalisée par Rödel (2000) et AmphibiaWeb (2022). La comparaison statistique des caractères morphométriques enregistrés sur les spécimens mâles et femelles montre une différence significative pour la longueur museau-anus (LMA) et la longueur du pied tarse (LPTa). Ces résultats sont en partie en accord avec ceux de Rödel (2000). Ce dernier a remarqué que, les mâles étaient significativement plus petits que les femelles. En outre, au niveau de la morphologie, hormis le sac vocal des mâles, aucune différence entre les deux sexes n'a été notée. Ces mêmes remarques ont été mentionnées par Rödel (2000) et AmphibiaWeb (2022) au cours de leurs travaux.

Conclusion partielle

Les descripteurs morphométriques analysés ont permis de décrire les différentes espèces et de différencier les spécimens mâles et femelles de chaque espèce. Le dimorphisme sexuel était généralement observé au niveau de la taille (LMA) où les femelles étaient significativement plus grandes que les mâles. D'ailleurs, la présence et la coloration du sac gulaire chez les mâles les distinguaient des femelles. En outre, la description morphologique de *Kassina cochranæ* était principalement basée sur les caractères morphologiques des spécimens mâles, vu que seuls les mâles de cette espèce avaient été échantillonnés lors de nos investigations.

III-3– Caractéristiques de la vocalisation des espèces d'anoures étudiées

III-3-1– Résultats

III-3-1-1– Coassement du taxon *Conraua alleni*

Des coassements consécutifs (huit) émis par un mâle de *Conraua alleni* ont été enregistrés. Ces coassements similaires aux chants d'oiseaux, ont été entendus de jour comme de nuit pendant la saison pluvieuse et seulement de nuit pendant la saison sèche. Les notes de chaque coassement ont été répétées entre deux (2) et quatre (4) fois (Figure 27). Les coassements sont courts et leur durée varie de 0,62 à 1,54 s. La durée de l'intervalle silencieux entre les coassements fait en moyenne 16,5 s (n = 7) et celle entre les notes 0,06 s (n = 21) (Tableau XI). La fréquence dominante moyenne atteint 3304,68 Hz et est deux fois plus grande que la fréquence fondamentale moyenne (1652,34 Hz). Concernant la largeur de la bande, les intensités de fréquence minimale et maximale font respectivement en moyenne 3070,3 Hz et 3375 Hz.

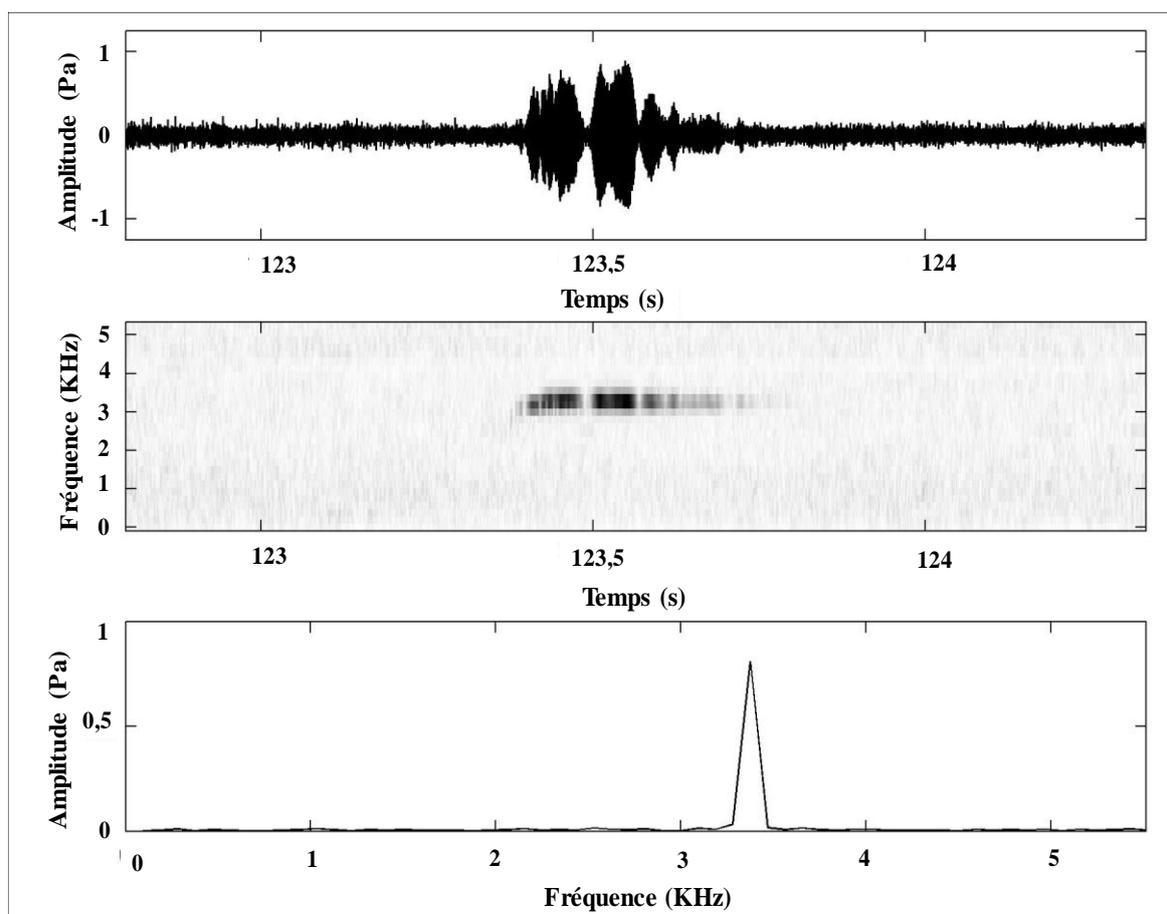


Figure 27 : Caractéristiques du coassement émis par un mâle de *Conraua alleni* ; A : Forme d'onde ; B : sonogramme ; C : spectrogramme

III-3-1-2– Coassement du taxon *Hyperolius chlorosteus*

Des coassements émis par un mâle de *Hyperolius chlorosteus* ont été pris en compte. Ces coassements ressemblant à une répétition de "clic" lents, forts et graves n'ont été entendus que les nuits pendant la saison pluvieuse. Ces coassements sont également longs avec une durée moyenne faisant 10,67 s. Les intervalles de silence entre les coassements sont plus courts avec une durée moyenne de 4,24 s (n = 4). Les notes (clic) de chaque coassement varient entre deux (2) et cinq (5) notes avec des intervalles de silence moyens de 5,18 s (n = 12) (Figure 28). La fréquence fondamentale des coassements varie de 1265,6 à 1453,1 Hz tandis que la fréquence dominante varie entre 2531,2 et 2906,2 Hz (Tableau XI). Quant aux intensités de fréquence minimale et maximale, elles sont respectivement en moyenne 2568,75 Hz et 2793,75 Hz.

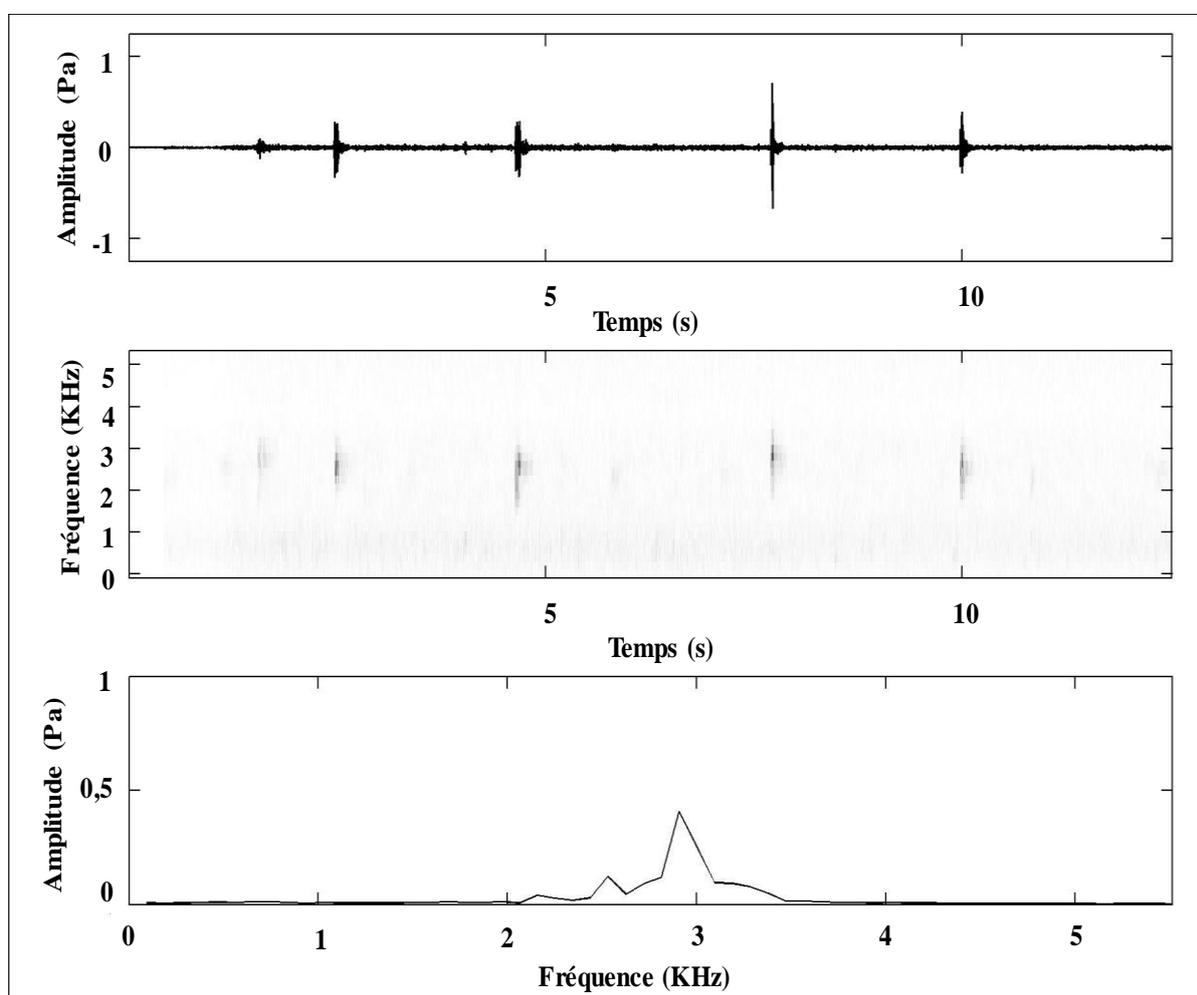


Figure 28 : Caractéristiques du coassement émis par un mâle de *Hyperolius chlorosteus* ; A :
Forme d'onde ; B : sonogramme ; C : spectrogramme

III-3-1-3– Coassement du taxon *Hyperolius lamottei*

Trois coassements de *Hyperolius lamottei* ont été enregistrés à partir d'un spécimen. Ces coassements sont entendus de jour comme de nuit pendant la saison pluvieuse et sont semblables à une répétition de "clic" plutôt perçant et aigu. Ces coassements sont plus courts avec une durée moyenne de 0,15 s. Ils sont séparés par des intervalles de silence de 1,38 s (n = 2) en moyenne. Quant aux notes, elles varient entre deux (2) et quatre (4) notes (clic) par coassement et se séparent entre elle par des intervalles silencieux qui dure en moyenne 0,05 s (n = 8) (Figure 29). La fréquence fondamentale moyenne des coassements est de 1640,6 Hz alors que, la fréquence dominante moyenne des coassements fait 3281,2 Hz (Tableau XI). Concernant la largeur de la bande, les valeurs de l'intensité de la fréquence minimale varient entre 3093,8 et 3281,2 Hz tandis que, celles de l'intensité de fréquence maximale vont de 3281,2 à 3650,2 Hz.

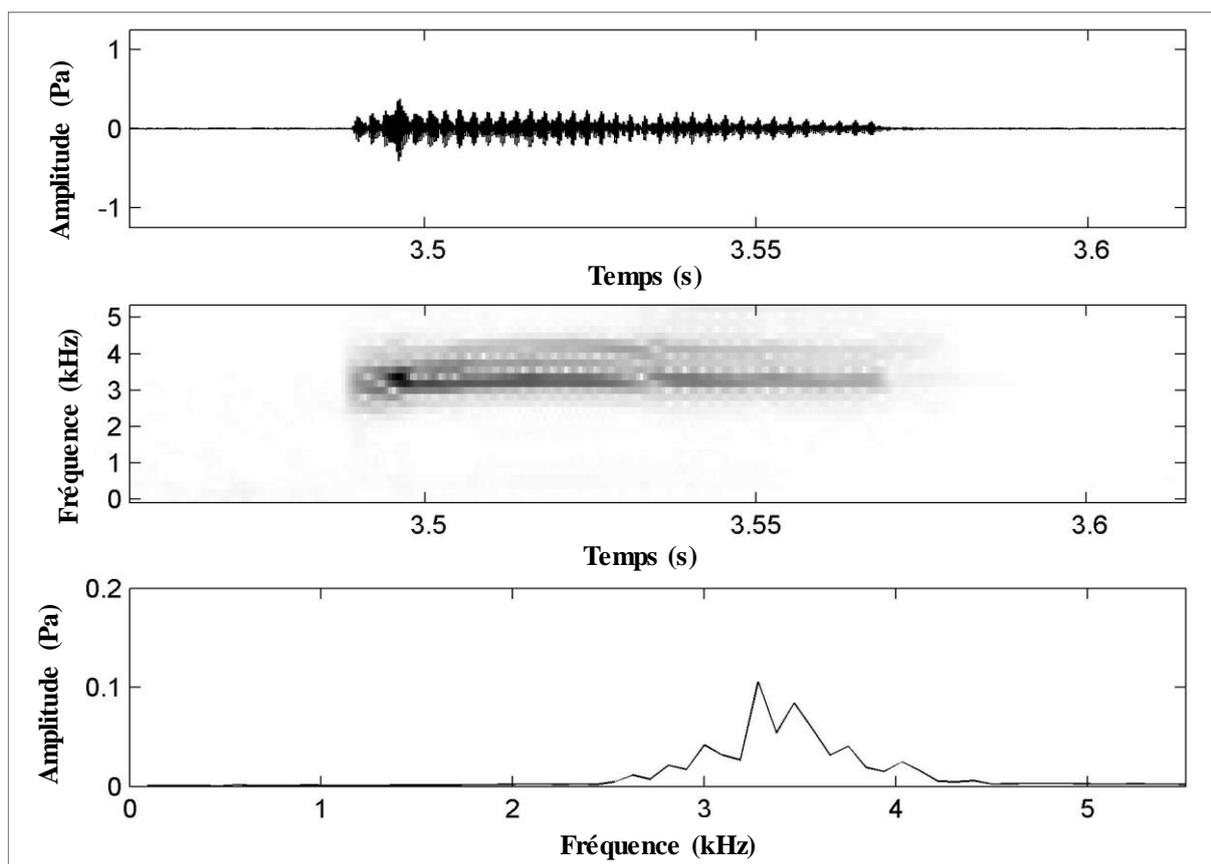


Figure 29 : Caractéristiques du coassement émis par un mâle de *Hyperolius lamottei* ; A : Forme d'onde ; B : sonogramme ; C : spectrogramme

III-3-1-4– Coassement du taxon *Hyperolius nimbae*

Plusieurs coassements ($N = 9$) du taxon *Hyperolius nimbae* ont été enregistrés à partir d'un spécimen mâle. Les coassements ne sont seulement entendus que de nuits et pendant la saison pluvieuse. Les coassements entendus sont assimilables à une répétition de "clic" au rythme accéléré. Les notes (clic) de chaque coassement sont comprises entre cinq (5) et 29 (Figure 30). La durée moyenne des coassements est de 4,29 s tandis que celle des intervalles silencieux entre les coassements est plus courte et fait 0,41 s ($n = 8$). Quant aux intervalles entre les notes, ils durent en moyenne 2,04 s ($n = 132$) (Tableau XI). La fréquence dominante (2718,8 Hz) est constante d'un coassement à un autre et fait le double de la fréquence fondamentale (1359,4 Hz) qui elle-même est constante au cours des coassements. Les intensités de fréquence minimale et maximale sont restées constantes au cours des coassements et font respectivement 2718,8 Hz et 2906,3 Hz.

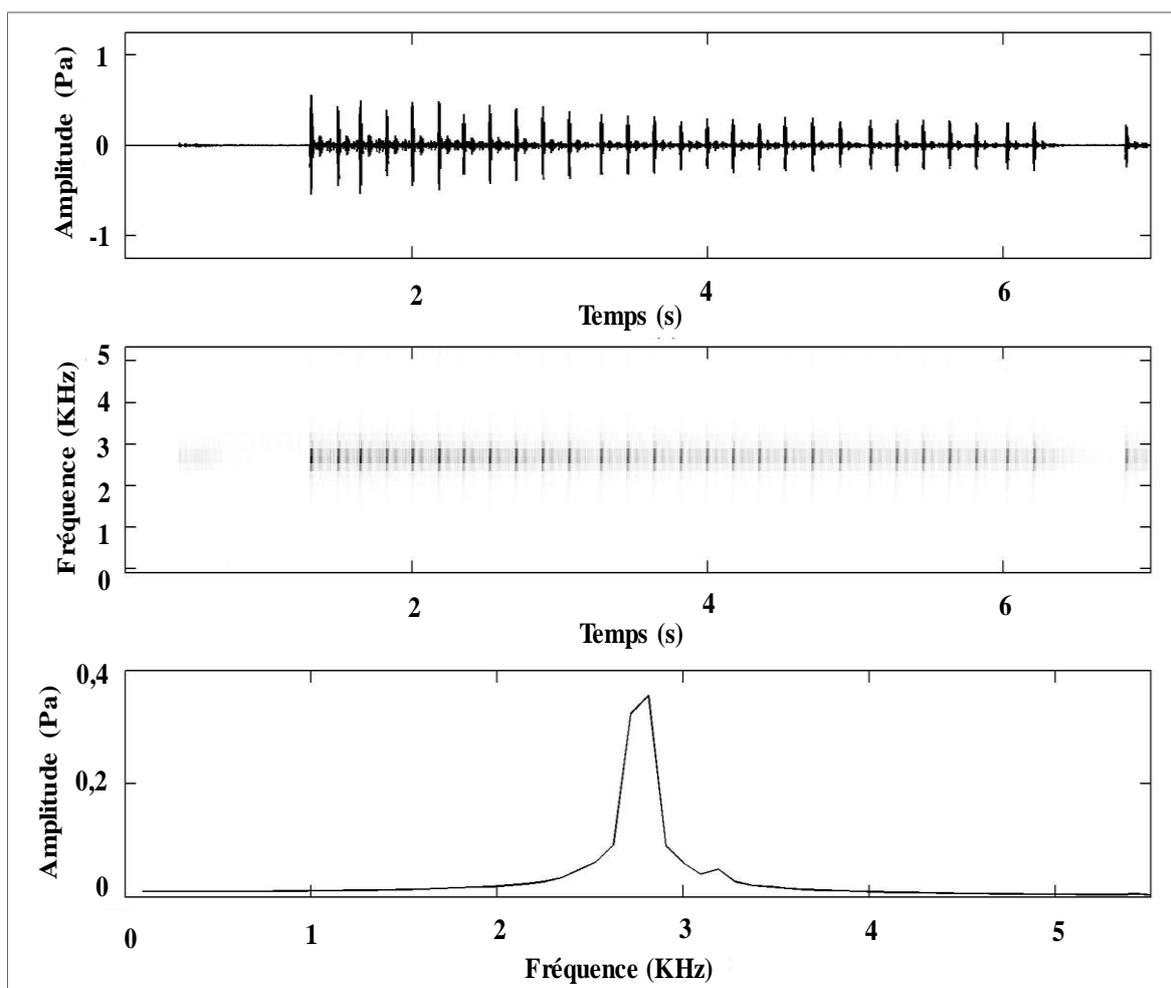


Figure 30 : Caractéristiques du coassement émis par un mâle de *Hyperolius nimbae* ; A : Forme d'onde ; B : sonogramme ; C : spectrogramme

III-3-1-5– Coassement du taxon *Kassina cochranae*

Un total de trois coassements a été enregistré à partir des spécimens mâles de *Kassina cochranae*. Ces coassements sont similaires à un coup de sifflet de courte durée. Ils durent en moyenne 0,53 s et comprennent entre quatre (2) et neuf (7) notes chacun (Figure 31). Les intervalles silencieux entre les trois (3) coassements durent au minimum 35,36 s et au maximum 37,1 s (n = 2). Quant aux intervalles silencieux entre les différentes notes, ils sont de très courte durée avec une moyenne de 0,008 s (n = 9) (Tableau XI). La fréquence dominante moyenne (1843,8 Hz) fait le double de la fréquence fondamentale moyenne (921,9 Hz). Concernant la largeur de la bande, les intensités de fréquence minimale et maximale varient respectivement de 1406,25 Hz à 2156,25 Hz et de 1593,75 Hz à 2343,75 Hz.

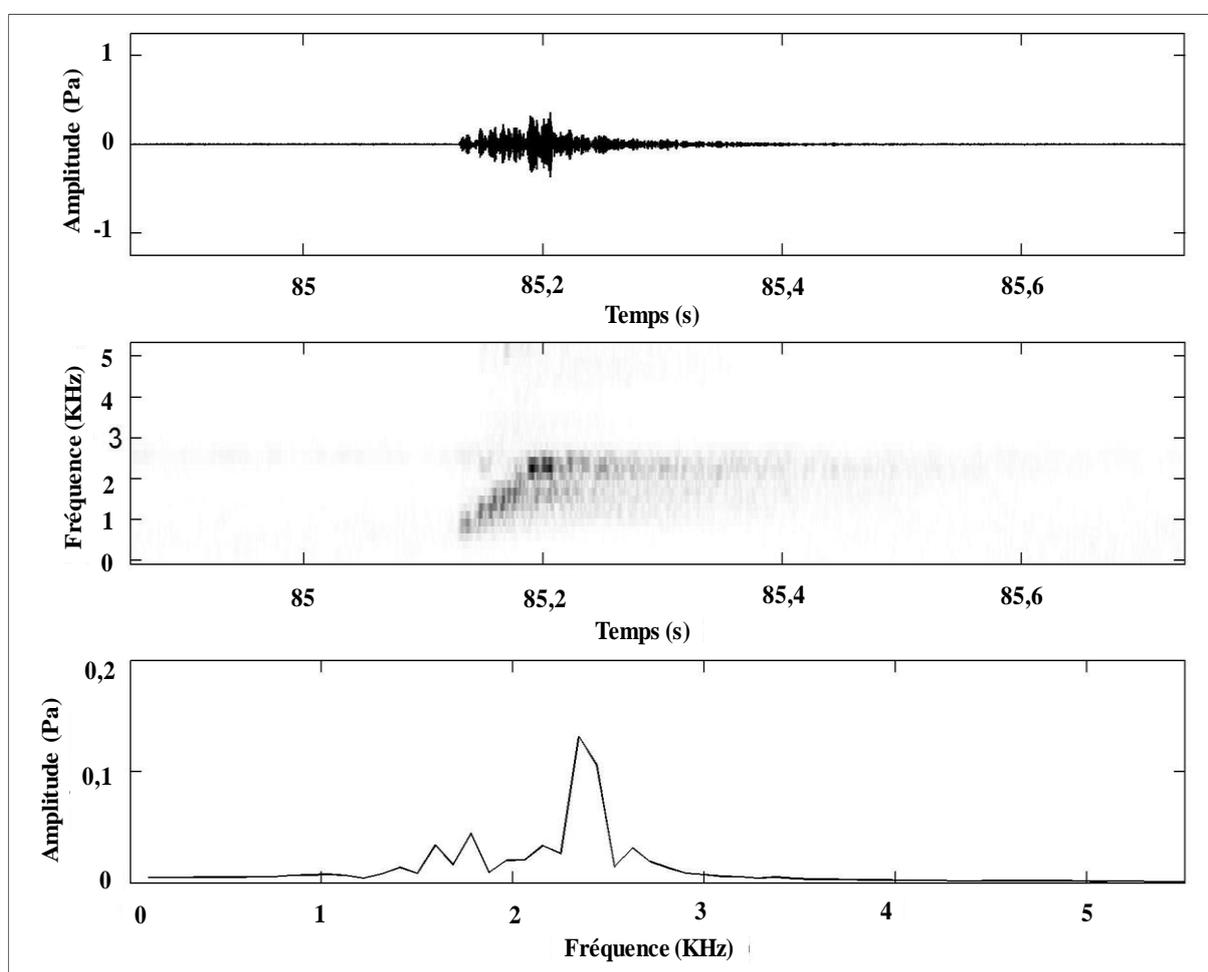


Figure 31 : Caractéristiques du coassement émis par mâle de *Kassina cochranae* ; A : Forme d'onde ; B : sonogramme ; C : spectrogramme

III-3-1-6– Coassement du taxon *Odontobatrachus arndti*

Chez l'espèce *Odontobatrachus arndti*, les coassements des spécimens mâles n'ont pas pu être enregistrés. De ce fait, nous ne possédons aucune information sur les caractéristiques des coassements de cette espèce.

III-3-1-7– Coassement du taxon *Ptychadena submascareniensis*

Huit (8) coassements consécutifs enregistrés à partir d'un spécimen mâle de l'espèce *Ptychadena submascareniensis* ont été analysés dans cette étude. Ces coassements ressemblent à une répétition de "creck" et sont entendus de jour comme de nuit pendant la saison pluvieuse. Ils sont courts et durent en moyenne 1,1 s alors que, les intervalles silencieux les séparant sont plus longs avec une moyenne 13,55 s ($n = 7$). Cependant, il n'y a pas d'intervalle entre les notes car chaque coassement ne comprend qu'une seule note (Figure 32). La fréquence dominante oscille entre 1781,2 et 7781,2 Hz tandis que, la fréquence fondamentale oscille entre 890,6 et 3890,6 Hz et fait la moitié de la fréquence dominante (Tableau XI). Quant aux intensités de fréquence minimale et maximale, elles atteignent respectivement en moyenne 4523,4 Hz et 4687,5 Hz.

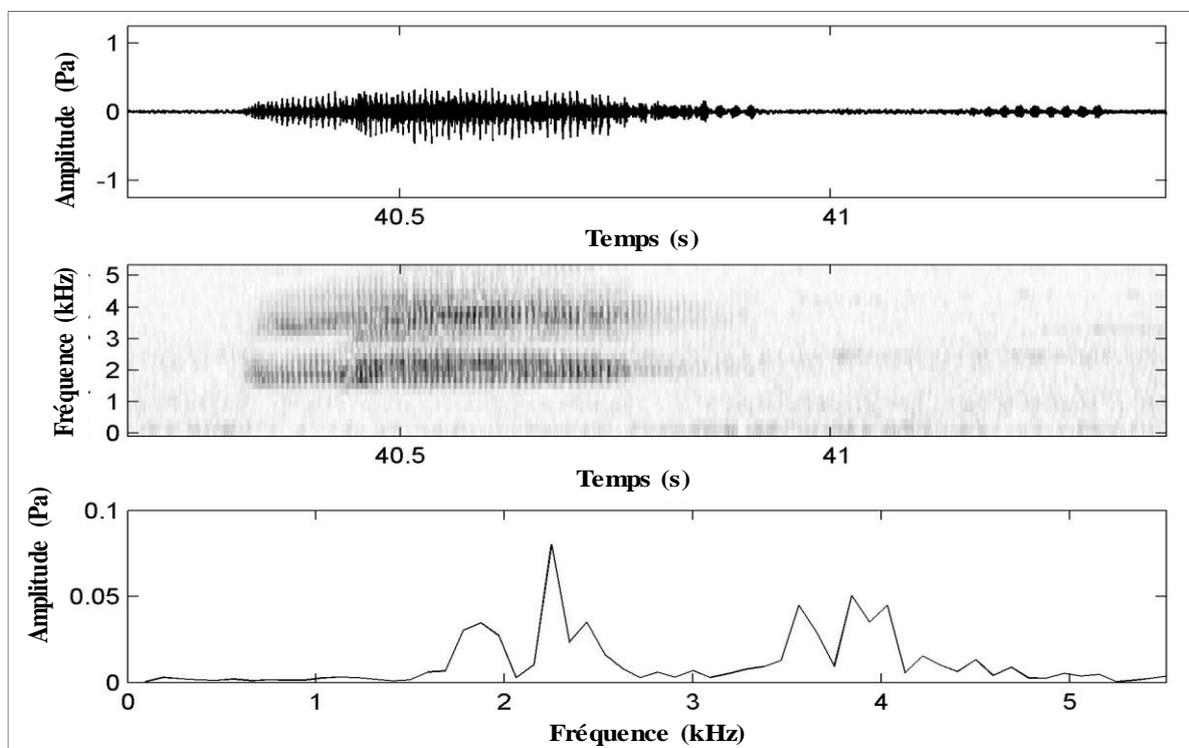


Figure 32 : Caractéristiques du coassement émis par un mâle de *Ptychadena submascareniensis* ; A : Forme d'onde ; B : sonogramme ; C : spectrogramme

Résultats et discussion

Tableau XI : Caractéristiques des coassements des taxons d'Amphibiens endémiques de la Réserve naturelle intégrale du Mont Nimba.

Taxon		Durée des coassement (s)	Fréquence dominante (Hz)	Fréquence fondamentale (Hz)	Intensité de la fréquence minimale (Hz)	Intensité de fréquence maximale (Hz)	Durée d'intervalle entre les coassements (Hz)	Durée d'intervalle entre les notes (Hz)
<i>Conraua alleni</i>	Min	0,62	3093,80	1546,90	2718,75	3281,25	6,35	0,02
	Max	1,54	3468,80	1734,40	3281,25	3468,75	20,06	0,1
	Moy	1,11	3304,68	1652,34	3070,3	3375	16,5	0,06
	E-T	0,32	120,16	60,08	233,7	100,22	4,74	0,03
	n	8	8	8	8	8	7	21
<i>Hyperolius chlorosteus</i>	Min	7,70	2531,20	1265,60	2343,75	2718,75	2,81	1,44
	Max	12,52	2906,20	1453,10	2906,25	3093,75	6,68	7,75
	Moy	10,67	2643,70	1321,85	2568,75	2793,75	4,24	5,18
	E-T	1,88	167,70	83,85	205,39	167,7	1,69	2,44
	n	5	5	5	5	5	4	12
<i>Hyperolius lamottei</i>	Min	0,13	3093,8	1546,9	3093,8	3281,2	1,16	0,006
	Max	0,16	3468,8	1734,4	3281,2	3650,2	1,6	0,011
	Moy	0,15	3281,2	1640,6	3218,8	3406,2	1,38	0,05
	E-T	0,017	187,5	93,75	108,25	216,5	0,31	0,002
	n	3	3	3	3	3	2	8

n = effectif, Moy = moyenne, E-T = Ecart-type, Max = maximum, Min = minimum.

Résultats et discussion

Tableau XI (suite et fin) : Caractéristiques des coassements des taxons d'Amphibiens endémiques de la Réserve naturelle intégrale du Mont Nimba

Taxon		Durée des coassement (s)	Fréquence dominante (Hz)	Fréquence fondamentale (Hz)	Intensité de la fréquence minimale (Hz)	Intensité de fréquence maximale (Hz)	Durée d'intervalle entre les coassements (Hz)	Durée d'intervalle entre les notes (Hz)
<i>Hyperolius nimbae</i>	Min	1,31	2718,8	1359,4	2718,8	2906,3	0,02	0,63
	Max	8,2	2718,8	1359,4	2718,8	2906,3	0,87	4,01
	Moy	4,49	2718,8	1359,4	2718,8	2906,3	0,41	2,04
	E-T	2,62	0	0	0	0	0,27	1,32
	n	9	9	9	9	9	8	132
<i>Kassina cochranæ</i>	Min	0,48	1406,2	703,1	1406,25	1593,75	35,36	0,007
	Max	0,64	2347,8	1171,9	2156,25	2343,75	37,1	0,012
	Moy	0,53	1843,8	921,9	1718,75	1906,25	36,23	0,008
	E-T	0,09	471,9	235,9	390,31	360,31	0,87	0,002
	n	3	3	3	3	3	2	9
<i>Ptychadena submacareniensis</i>	Min	0,9	1781,2	890,6	1781,2	1968,7	4,7	0
	Max	1,5	7781,2	3890,6	7031,2	7781,2	28,68	0
	Moy	1,1	4640,6	2320,3	4523,4	4687,5	13,55	0
	E-T	0,2	2421,5	1210,7	2375,8	2419,9	8,4	0
	n	8	8	8	8	8	7	0

n = effectif, Moy = moyenne, E-T = Ecart-type, Max = maximum, Min = minimum.

III-3-2– Discussion

L'étude de la bioacoustique a permis d'analyser les différents paramètres spectraux et temporels des coassements des espèces endémiques échantillonnées dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Concernant l'espèce *Conraua alleni*, des sifflements ressemblant à des chants d'oiseaux sont émis par des spécimens mâles. Des coassements similaires ont été enregistrés par Rödel & Bangoura (2004), Channing & Rödel (2019) et Kanga *et al.* (2021) au cours de leurs travaux sur l'espèce. En outre, des études antérieures (Rödel & Branch, 2002 ; Rödel, 2003 ; Rödel & Bangoura, 2004 ; Channing & Rödel, 2019 ; Neira-Salamea *et al.*, 2021 et Kanga *et al.*, 2021) ont montré que ce type de coassement (sifflement) est caractéristique des espèces du genre *Conraua*. Les sifflements émis par ces espèces correspondent à des sons tonaux. En effet selon Köhler *et al.* (2017), les vocalisations animales tonales sont généralement des sifflements. Par ailleurs, la fréquence dominante (3093,80-3468,80 KHz) du son tonal émis par nos spécimens étant le double de la fréquence fondamentale (1546,90-1734,40 KHz), elle représente la deuxième harmonique. Quant à la fréquence fondamentale, elle constitue la première harmonique. En effet selon Köhler *et al.* (2017), lorsque la fréquence fondamentale présente des multiples entiers, alors ils sont appelés harmoniques. La fréquence fondamentale correspond ainsi à l'harmonique fondamentale ou à la première harmonique et son multiple à la deuxième harmonique. En outre, sur la base de la distribution des espèces (Afrique de l'Ouest), les paramètres de coassement de *Conraua alleni* mesurés dans cette étude ont été comparés à ceux obtenus par Neira-Salamea *et al.* (2021) pour *Conraua derooi* Hulselman, 1972 et *Conraua sagyimase* Neira-Salamea, Ofori-Boateng, Kouamé, Blackburn, Segniagbeto, Barej, Leaché, & Rödel, 2021. Ainsi, la durée moyenne (1,11 s) des coassements de *Conraua alleni* est similaire à celle (1,13 s) de *Conraua derooi* et plus longue que celle (0,92 s) de *Conraua sagyimase*. La fréquence dominante moyenne (3304,68 Hz) des coassements de nos spécimens est proche de celle (3270 Hz) de *Conraua derooi* et plus élevée que celle (2470 Hz) de *Conraua sagyimase*. La fréquence minimale des coassements de *Conraua alleni* varie de 2718,75 à 3281,25 Hz. Cette fréquence est plus élevée que celle de *Conraua derooi* (2300-2650 Hz) et de *Conraua sagyimase* (1120-1660 Hz). Quant à la fréquence maximale des coassements de *Conraua alleni* (3375 Hz), elle présente des valeurs moyennes proches de celles de *Conraua derooi* (3810Hz) et *Conraua sagyimase* (3360 Hz). Il ressort que les coassements de *Conraua alleni* et *Conraua derooi* présentent des structures similaires avec quelques paramètres (fréquence minimale) sensiblement différents. Cette similarité dans la structure des

coassements entre *Conraua alleni* et *Conraua derooi* s'expliquerait par le fait qu'elles soient deux espèces soeurs. En effet, Blackburn *et al.* (2020) au cours de leurs études sur la phylogénie du genre *Conraua* ont montré que l'espèce *Conraua alleni* était plus proche de l'espèce *Conraua derooi* que les autres espèces du même genre.

Chez les taxons du genre *Hyperolius*, les coassements sont assimilables à des clics. Ces clics sont lents et graves chez *Hyperolius chlorosteus*, aigus et perçants chez *Hyperolius lamottei* et au rythme accéléré chez *Hyperolius nimbae*. Ces résultats corroborent ceux rapportés par Schiøtz (1967) et AmphibiaWeb (2022). Selon ces auteurs, le coassement ordinaire du genre *Hyperolius* est un clic (fort et dur) pouvant être grave chez *Hyperolius chlorosteus*, aigu chez *Hyperolius lamottei* et rapide, comparable au son de petite cloche d'une qualité sonore pure chez *Hyperolius nimbae*. Ces clics sont également émis seul ou en série. Dans le dernier cas ils peuvent être séparés par des intervalles irréguliers comme chez *Hyperolius chlorosteus* ou par des intervalles constants comme chez *Hyperolius nimbae* (Schiøtz, 1967 ; Gongomin *et al.*, 2022). Par ailleurs, les clics perçants entendus chez *Hyperolius lamottei* correspondent aux sons tonaux. En effet, selon Köhler *et al.* (2017) la vocalisation des animaux du côté tonal peut apparaître également sous forme de clic si les sous unités sont très courtes comme cela est le cas chez *Hyperolius lamottei*. En outre, les coassements de chacune de ces espèces présentent des valeurs de la fréquence dominante égalant le double de celles de la fréquence fondamentale. De ce fait, ces fréquences constituent des harmoniques dont la première correspond à la fréquence fondamentale et la deuxième à la fréquence dominante (Köhler *et al.*, 2017). En plus des deux premières harmoniques, les coassements de *Hyperolius nimbae* présentent une troisième harmonique correspondant à la fréquence minimale. Ce résultat est soutenu par Schiøtz (1967) qui a rapporté la présence d'une troisième harmonique dans la structure acoustique de *Hyperolius nimbae*.

En ce qui concerne la vocalisation du taxon *Kassina cochranæ*, elle ressemble à un coup de sifflet de courte durée. En effet Rödel *et al.* (2002) et AmphibiaWeb (2022) ont également enregistrés des sifflements de courte durée émis par les spécimens de *Kassina cochranæ* à l'Ouest de la Côte d'Ivoire. Les fréquences de ces sifflements sont élevées comme cela a été rapporté par Köhler *et al.* (2017). De plus, Selon Schiøtz (1967), Rödel (2000), Rödel *et al.* (2002) et AmphibiaWeb (2022) le sifflement émis par *Kassina cochranæ* est un coassement typique du genre *Kassina*. En outre, comme dans la plupart des sons tonaux (émis par les anoures) décrits par Schiøtz (1967) et Köhler *et al.* (2017), les coassements de nos spécimens présentent des harmoniques. En effet la fréquence dominante (1406,2-2347,8 Hz) étant le

double de la fréquence fondamentale (703,1-1171,9 Hz) constitue une harmonique en plus de la fréquence fondamentale. Ainsi, la fréquence fondamentale représente la première harmonique ou harmonique fondamentale et la fréquence dominante la deuxième harmonique. Quant au taxon *Odontobatrachus arndti*, les coassements des mâles n'ont pas pu être enregistrés. Ce manque d'enregistrement pourrait être dû au bruit de l'écoulement de l'eau sur les roches. En effet, du fait que cette espèce habite les eaux lotiques et se trouve généralement à proximité des cours d'eau à fort courant, des cascades ou des rapides dans les zones forestières, ces coassements se confondent au bruit des chutes les rendant difficiles à enregistrer (Barej *et al.*, 2015).

Contrairement à la vocalisation des autres espèces analysées dans cette étude, les coassements de *Ptychadena submascareniensis* n'ont jamais été décrits depuis la description originale de l'espèce jusqu'à ce jour. En effet, selon Rödel (2000), Channing & Rödel (2019) et AmphibiaWeb (2022), la vocalisation du taxon *Ptychadena submascareniensis* reste encore inconnue. De ce fait, nos résultats sur la vocalisation sont une première pour l'espèce. Cependant, comme pour la plupart des coassements analysés au cours de nos travaux, ceux de *Ptychadena submascareniensis* renferment des harmoniques. En effet la fréquence dominante (1781,2-7781,2 KHz) faisant le double de la fréquence fondamentale (890,6-3890,6 KHz) représente la seconde harmonique alors que fréquence fondamentale quant à elle, correspond à l'harmonique fondamentale ou la première harmonique.

Conclusion partielle

Les coassements des espèces étudiées ont été décrits et leurs paramètres spectraux et temporels ont été analysés. Il ressort que, les espèces *Conraua alleni* et *Kassina cochranæ* semblent coasser par des sifflements qui sont différents d'une espèce à une autre. Quant aux espèces du genre *Hyperolius*, ils émettaient des coassements similaires à des "clic" qui pouvaient être lents ou au rythme accéléré, émis seul ou en série. Chez l'espèce *Ptychadena submascareniensis*, les spécimens émettaient des "creck" de courte durée. Tous les coassements enregistrés au cours de cette étude présentaient des fréquences dominantes égales au double des fréquences fondamentales. Ces fréquences dominantes et fondamentales traduisent l'existence d'harmoniques dans les différents coassements.

III-4– Variation spatiale et temporelle des espèces étudiées

III-4-1– Résultats

III-4-1-1– Efficacité de l'effort d'échantillonnage

Un effectif de 3928 spécimens de grenouilles a été collecté dans neuf transects, par une équipe de trois personnes durant 189 heures d'échantillonnage (Tableau XII). Ces spécimens sont répartis entre sept espèces que sont, *Conraua alleni* (534), *Hyperolius chlorosteus* (353), *Hyperolius lamottei* (594), *Hyperolius nimbae* (305), *Kassina cochranæ* (261), *Odontobatrachus arndti* (506) et *Ptychadena submascareniensis* (1375). Le nombre de grenouilles, par transect et par heure est de 17,28 ; 58,09 ; 18,38 ; 30,33 ; 14,33 ; 20,19 ; 5 ; 8,9 et 14,52 individus respectivement pour les transects T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 et T9.

III-4-1-2– Abondance des anoures de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba

III-4-1-2-1– Abondance des espèces d'amphibiens par transect

Les abondances obtenues par espèce et par transect résultent à la fois des captures et des données acoustiques (Tableau XII).

Les échantillonnages ont permis de collecter 363, 1220, 386, 637, 301, 424, 105, 187 et 305 anoures, respectivement dans les transects T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 et T9. Ces abondances présentent des différences significatives ($X^2 = 2182,755$; $dl = 8$; $p = 2,2 \cdot 10^{-12}$). Les différences sont observées entre tous les transects considérés deux à deux, à l'exception de celles observées entre les transects T3 et T6 ($X^2 = 1,88$; $dl = 1$; $p = 0,17$), T1 et T3 ($X^2 = 0,75$; $dl = 1$; $p = 0,40$), T5 et T9 ($X^2 = 0,016$; $dl = 1$; $p = 0,89$).

Un total de 534 spécimens de *Conraua alleni* a été observé dans deux des neuf transects étudiés. Les abondances sont de 336 spécimens pour le transect T4 et de 198 spécimens pour le transect T6 (Tableau XII). Le test de Khi-deux révèle une différence significative entre les abondances des transects T4 et T6 ($X^2 = 70,295$; $dl = 1$; $p = 2,2 \cdot 10^{-16}$).

Quant à l'espèce *Hyperolius chlorosteus*, elle a été échantillonnée dans trois des neuf transects prospectés. Il s'agit des transects T5, T6 et T7 avec les abondances respectives de 193, 129 et 31 spécimens de grenouilles. Le test de Khi-deux réalisé entre les abondances des différents transects montre une différence significative entre ces valeurs ($X^2 = 70,295$; $dl = 2$; $p = 2,2 \cdot 10^{-16}$). Les différences se situent entre les transects T5 et T6 ($X^2 = 22,662$; $dl = 1$; $p = 1,93 \cdot 10^{-6}$), T5 et T7 ($X^2 = 169,497$; $dl = 1$; $p = 2,2 \cdot 10^{-12}$), T6 et T7 ($X^2 = 76,038$; $dl = 1$; $p = 2,2 \cdot 10^{-16}$).

Concernant les espèces *Hyperolius lamottei* et *Hyperolius nimbae*, elles n'ont été rencontrées chacune, que dans un seul transect des neuf transects explorés. Il s'agit, du transect T2

Résultats et discussion

regorgeant 594 spécimens de *Hyperolius lamottei* et du transect T9 regroupant 305 spécimens de *Hyperolius nimbae*.

S'agissant du taxon *Kassina cochranæ*, un effectif total de 261 individus a été observé dans les transects T7 et T8. De ces 261 individus observés, 74 individus appartiennent au transect T7 et 187 individus proviennent du transect T8. Les effectifs obtenus entre ces deux transects présentent une variation significative au plan statistique ($X^2 = 229,130$; dl = 1 ; $p = 2,4.10^{-12}$).

Au niveau du taxon *Odontobatrachus arndti*, 506 spécimens ont été échantillonnés dans les transects T4, T5 et T6. Ces transects T4, T5 et T6 regroupent respectivement 301, 108 et 97 spécimens. Du point de vue statistique, le nombre de spécimens varie significativement entre les différents transects ($X^2 = 234,380$; dl = 2 ; $p = 2,2.10^{-16}$). Les spécimens sont plus abondants dans le transect T4 que dans le transect T5 ($X^2 = 151,469$; dl = 1 ; $p = 2,4.10^{-16}$) et dans le transect T4 que dans le transect T6 ($X^2 = 170,875$; dl = 1 ; $p = 2,2.10^{-16}$).

En ce qui concerne l'espèce *Ptychadena submascareniensis*, 1361 individus ont été enregistrés dans trois des neuf transects prospectés. Les abondances sont de 363, 626 et 386 individus respectivement dans les transects T1, T2 et T3. Le test de Khi-deux réalisé entre les abondances montre une variation significative entre les transects ($X^2 = 139,588$; dl = 2 ; $p = 2,2.10^{-16}$). Ce test indique également que cette différence intervient entre les transects T1 et T2 ($X^2 = 109,017$; dl = 1 ; $p = 2,2.10^{-14}$), T2 et T3 ($X^2 = 89,84$; dl = 1 ; $p = 2,8.10^{-16}$).

Résultats et discussion

Tableau XII : Effectifs des espèces endémiques échantillonnées par transect dans la Réserve Naturelle Intégrale Mont Nimba

(Valeurs en colonne ayant une lettre en commun ne diffèrent pas significativement, test de Khi-deux, $p > 0,05$).

Transects	Effectif total par transect	Effort d'échantillonnage (heure)	Nombre de grenouilles /heure	<i>Conraua alleni</i>	<i>Hyperolius chlorosteus</i>	<i>Hyperolius lamottei</i>	<i>Hyperolius nimbae</i>	<i>Kassina cochranæ</i>	<i>Odontobatrachus arndti</i>	<i>Ptychadena submascareniensis</i>
T1	363	21	17,28	0	0	0	0	0	0	363 ^a
T2	1220	21	58,09	0	0	594	0	0	0	626 ^b
T3	386	21	18,38	0	0	0	0	0	0	386 ^a
T4	637	21	30,33	336 ^a	0	0	0	0	301 ^a	0
T5	301	21	14,33	0	193 ^a	0	0	0	108 ^b	0
T6	424	21	20,19	198 ^b	129 ^b	0	0	0	97 ^b	0
T7	105	21	5	0	31 ^c	0	0	74 ^a	0	0
T8	187	21	8,90	0	0	0	0	187 ^b	0	0
T9	305	21	14,52	0	0	0	305	0	0	0
Total	3928	189	187,02	534	353	594	305	261	506	1375

III-4-1-2-2– Abondance des anoues selon les habitats

Les abondances des anoues collectés dans les différents habitats sont consignées dans le tableau XIII.

Dans l'ensemble, 1467, 305, 1969 et 187 anoues ont été respectivement échantillonnées dans les habitats fermés (HF), les habitats clairsemés (HC), les habitats ouverts de la savane (HOs) et les habitats ouverts de la périphérie (HO_p). Au niveau statistique, il existe des différences entre ces abondances ($X^2 = 3122,536$; dl = 3 ; $p = 2,58.10^{-16}$). Ces différences sont observées entre tous les habitats considérés deux à deux.

Les espèces *Conraua alleni*, *Hyperolius chlorosteus* et *Odontobatrachus arndti* ont essentiellement été échantillonnées dans les habitats fermés avec des abondances respectives de 534, 353 et 506 spécimens.

Dans les habitats clairsemés, seulement l'espèce *Hyperolius nimba* a été collectée avec une abondance de 305 individus.

Au total 594 spécimens de *Hyperolius lamottei* et 1375 spécimens de *Ptychadena submascareniensis* ont été échantillonnés dans les habitats ouverts de la savane.

Quant à l'espèce *Kassina cochranæ*, elle a été aussi bien collectée dans les habitats fermés que dans les habitats ouverts de la périphérie. Cependant, *Kassina cochranæ* est significativement plus abondant dans les habitats ouverts de la périphérie (187) que dans les habitats fermés (74) ($X^2 = 96,1226$; dl = 1 ; $p = 2,22.10^{-16}$).

Tableau XIII : Abondance des anoues échantillonnés dans les différents types d'habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Espèces	Habitats fermés (HF)	Habitats clairsemés (HC)	Habitats ouverts de la savane (HOs)	Habitats ouverts de la périphérie (HO _p)
<i>Conraua alleni</i>	534	0	0	0
<i>Hyperolius chlorosteus</i>	353	0	0	0
<i>Hyperolius lamottei</i>	0	0	594	0
<i>Hyperolius nimbae</i>	0	305	0	0
<i>Kassina cochranæ</i>	74	0	0	187
<i>Odontobatrachus arndti</i>	506	0	0	0
<i>Ptychadena submascareniensis</i>	0	0	1375	0
Total	1467	305	1969	187

III-4-1-3– Abondances des taxons en fonction des saisons

Les abondances des taxons sont inégalement distribuées dans les habitats au cours des deux saisons climatiques (Figure 33 et 34). Les plus grandes abondances observées dans les habitats fermés, clairsemés et ouverts ont été enregistrées durant la saison pluvieuse. Elles sont de 1344 individus dans les habitats fermés, 288 individus dans habitats clairsemés, 1954 individus dans les habitats fermés de la savane et de 187 individus dans les habitats ouverts de la périphérie. Tandis que les plus faibles abondances ont été enregistrées en saison sèche dans tous les habitats. Elles sont de 123, 17, 15 et zero (0) individus respectivement dans les habitats fermés, dans les habitats clairsemés, dans les habitats ouverts de la savane et dans les habitats ouverts de la périphérie. Dans l'ensemble des habitats, 155 et 3773 spécimens de grenouilles ont été collectés respectivement en saison sèche et en saison pluvieuse. Le test de Khi-deux révèle une différence significative entre les effectifs des deux différentes saisons ($X^2 = 6661,247$; $dl = 1$; $p < 2,2.10^{-16}$).

Dans les habitats fermés, les spécimens de *Conraua alleni* sont les plus abondants pendant les saisons sèche et pluvieuse avec des pourcentages respectifs de 4,43 % et 31,98 %.

Au niveau des habitats clairsemés, les spécimens de *Hyperolius nimbae* ont été collectés aussi bien en saison sèche (17 individus) qu'en saison pluvieuse (288 individus).

S'agissant des habitats ouverts de la savane, neuf (09) individus de *Hyperolius lamottei* et six (06) individus de *Ptychadena submascareniensis* ont été collectés en saison sèche. Cependant, 1369 individus de *Ptychadena submascareniensis* et 585 individus de *Hyperolius lamottei* ont été échantillonnés en saison pluvieuse.

Concernant les habitats ouverts de la périphérie, les spécimens de *Kassina cochranae* sont très abondant au cours de la saison pluvieuse (187 individus collectés) tandis qu'ils sont absents pendant la saison sèche (zero individu échantillonné).

Des 534 spécimens de *Conraua alleni* enregistrés au cours de cette étude, 65 ont été collectés en saison sèche et 469 en saison pluvieuse. Statistiquement, ces abondances saisonnières présentent une différence significative ($X^2 = 608,27$; $dl = 1$; $p < 2,2.10^{-16}$).

Pour ce qui est de l'espèce *Hyperolius chlorosteus*, tous les 353 individus obtenus pendant cette étude ont été échantillonnés uniquement qu'en saison des pluies.

En ce qui concerne le taxon *Hyperolius lamottei*, le nombre de spécimens observés est de neuf (09) et de 585 respectivement en saison sèche et en saison pluvieuse. Le test de Khi-deux réalisé entre les deux saisons climatiques montre que les spécimens sont significativement très abondants en saison pluvieuse qu'en saison sèche ($X^2 = 1113.216$; $dl = 1$; $p < 2,2.10^{-16}$).

Résultats et discussion

Relativement aux spécimens de *Hyperolius nimbae*, les effectifs dénombrés sont de 17 au cours de la saison sèche et de 288 en saison pluvieuse. Ces valeurs présentent une différence significative ($X^2 = 476.476$; $dl = 1$; $p < 2,2.10^{-16}$).

Chez *Kassina cochranæ*, quatre (04) individus ont été échantillonnés en saison sèche et 257 en saison pluvieuse. Le test de Khi-deux effectué entre les abondances saisonnières indique que les valeurs présentent une différence significative ($X^2 = 466.645$; $dl = 1$; $p < 2,2.10^{-16}$).

Au sujet de la distribution saisonnière de *Odontobatrachus arndti*, 54 spécimens ont été collectés en saison sèche et 452 en saison des pluies. Au plan statistique, une variation significative a été observée entre les abondances des deux saisons ($X^2 = 622.961$; $dl = 1$; $p < 2,2.10^{-16}$).

Quant au taxon *Ptychadena submascareniensis*, seulement six (06) individus ont été enregistrés en saison sèche contre 1369 individus en saison pluvieuse. Le test de Khi-deux montre une différence significative entre la saison sèche et la saison des pluies ($X^2 = 2715.124$; $dl = 1$; $p < 2,2.10^{-16}$).

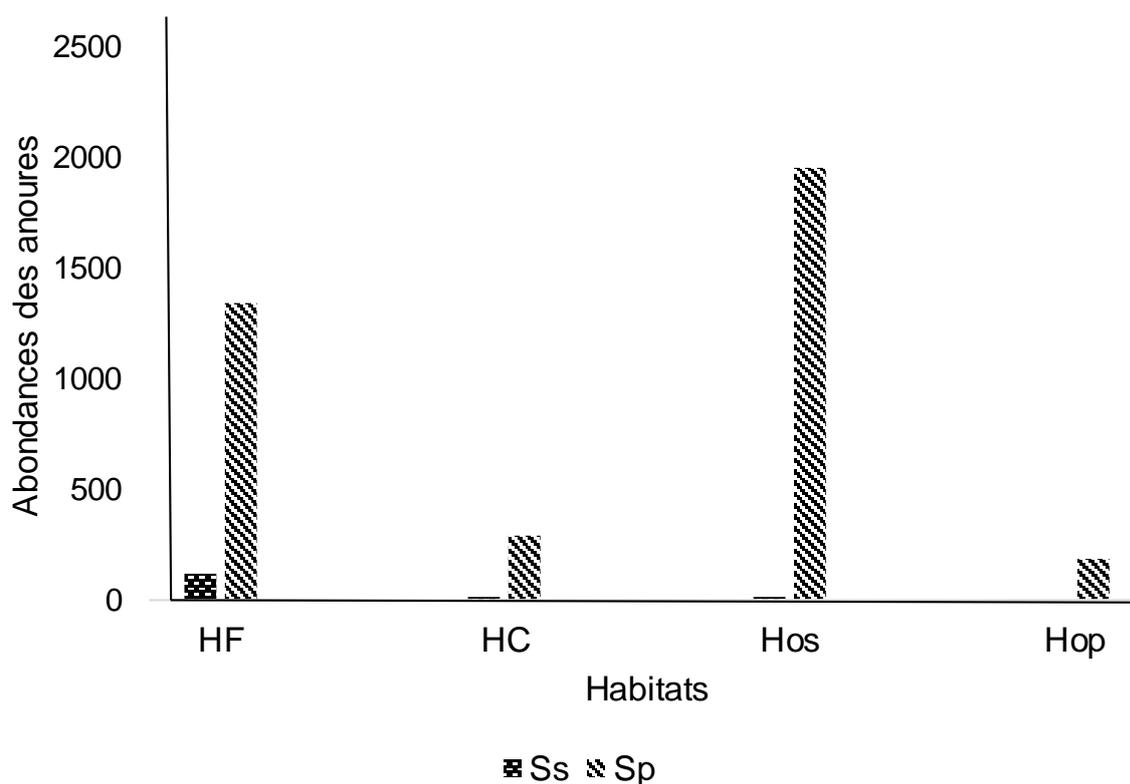


Figure 33 : Abondances saisonnières des anoures récoltés dans les différents habitats de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba (Août 2019 à Juillet 2020).

HF : Habitats fermés ; HC : Habitats clairsemés ; HOp : Habitats ouverts de la périphérie ; HOs : Habitats ouverts de la savane ; Ss : Saison sèche ; Sp : Saison des pluie

Résultats et discussion

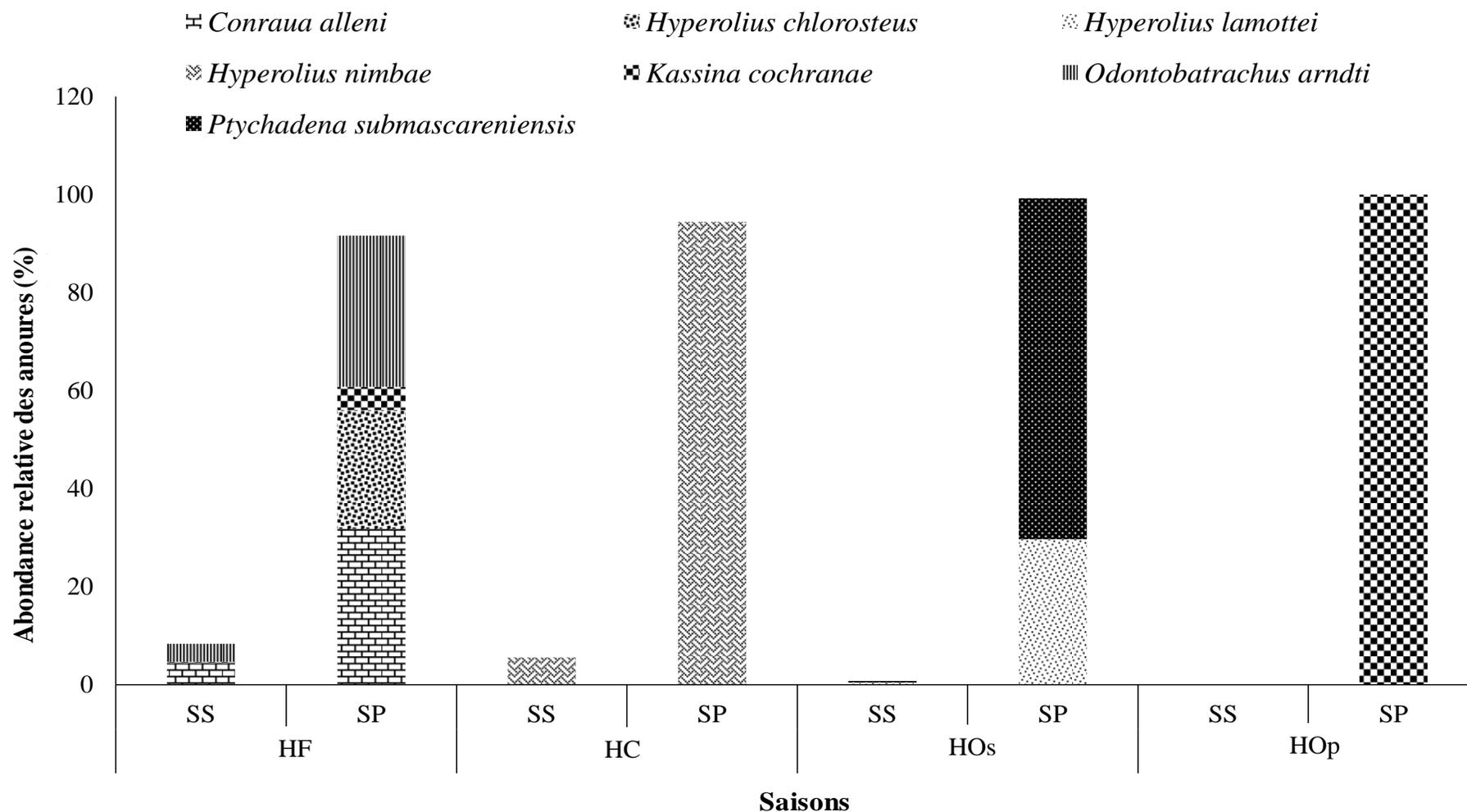


Figure 34 : Abondances saisonnières relatives des espèces d'amphibiens échantillonnées dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba (Août 2019 à Juillet 2020).

HF : Habitats fermés ; HC : Habitats clairsemés ; HOp : Habitats ouverts de la périphérie ; HOs : Habitats ouverts de la savane ; Ss : Saison sèche ; Sp : Saison des pluies

III-4-1-4– Déterminisme de la distribution spatio-temporelle des espèces étudiées

Les différentes espèces endémiques échantillonnées dans la RNIMN ont été classées à l'aide de la carte auto organisatrice de Kohonen (SOM). Ce classement a été effectué en fonction de la probabilité d'occurrence des espèces dans le temps et dans l'espace. En tenant compte de la plus faible valeur des erreurs quantitatives (0,490) et topographiques (0), une carte de 16 cellules (4 lignes et 4 colonnes) a été retenue pour cette étude (Tableau XIV).

L'analyse de la classification hiérarchique a permis d'organiser les 16 cellules retenues en trois groupes distincts (I, II et III) (Figure 35). Ces groupes ont été matérialisés par des polygones de différents motifs. Le premier groupe (I) est constitué des spécimens échantillonnés dans les transects T5, T7, et T8, tandis que le deuxième groupe (II) renferme les grenouilles issues des transects T1, T2, T3 et T9. Quant au dernier groupe (III), il rassemble les grenouilles provenant des transects T4 et T6 (Figure 36).

Le profil de distribution des espèces de la RNIMN et de leurs habitats indique que le groupe I rassemble les habitats des espèces *Hyperolius chlorosteus*, *Odontobatrachus arndti* et *Kassina cochranæ* (Figure 37). Ce groupe est composé dans sa majeure partie d'habitats fermés. Quant au groupe II, il correspond aux sites où les espèces *Hyperolius lamottei*, *Hyperolius nimbae* et *Ptychadena submascareniensis* sont abondantes. Ce groupe est caractérisé par des habitats ouverts (avec absence d'arbres et d'arbustes) et clairsemés. Le groupe III renferme des habitats dans lesquels les espèces *Conraua alleni* et *Odontobatrachus arndti* sont rencontrées en abondance. Ces habitats sont caractérisés par une forte canopée avec une abondance d'arbres, d'arbustes et de litière.

Cependant, les espèces *Hyperolius chlorosteus* et *Odontobatrachus arndti* appartiennent à la fois aux groupe I et III et l'espèce *Kassina cochranæ* a été échantillonnée aussi bien dans les systèmes d'habitats ouverts que dans les systèmes d'habitats fermés.

Tableau XIV : Différentes tailles de la carte auto organisatrice de Kohonen et les erreurs quantitatives correspondantes (taille retenue est en gras).

Taille de la carte auto-organisatrice	3×4	4×3	3×5	5×3	4×4
Erreur quantitative	0,609	0,565	0,531	0,529	0,490
Erreur topographique	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

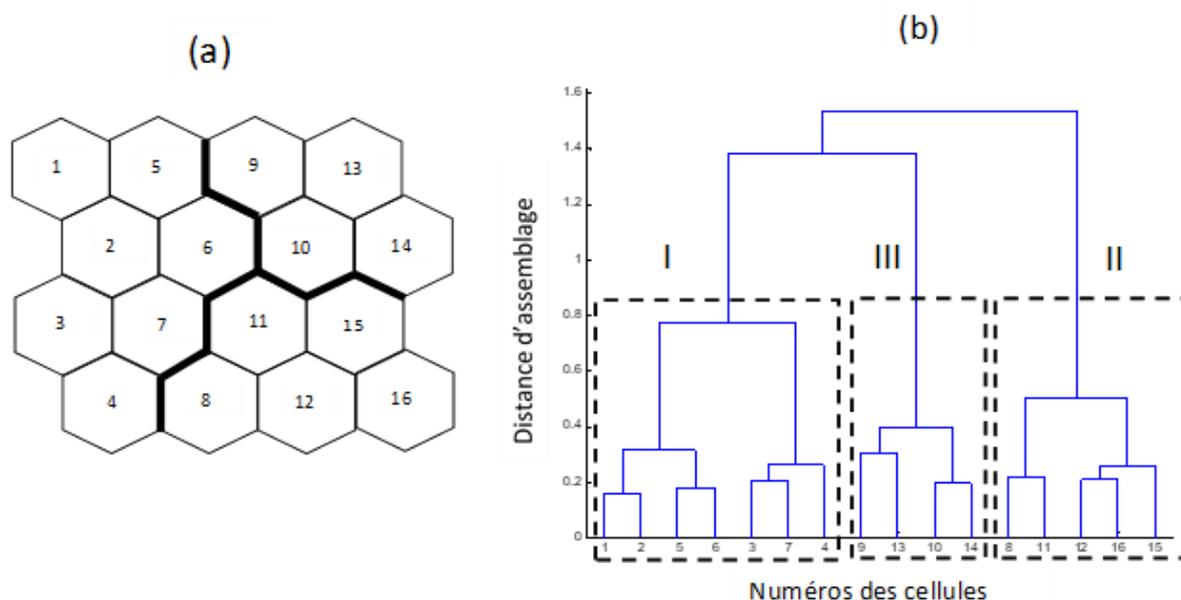


Figure 35 : Carte auto-organisatrice de Kohonen (SOM) composée de 16 cellules (a) et analyse de classification hiérarchique effectuée à partir de la carte SOM (b)

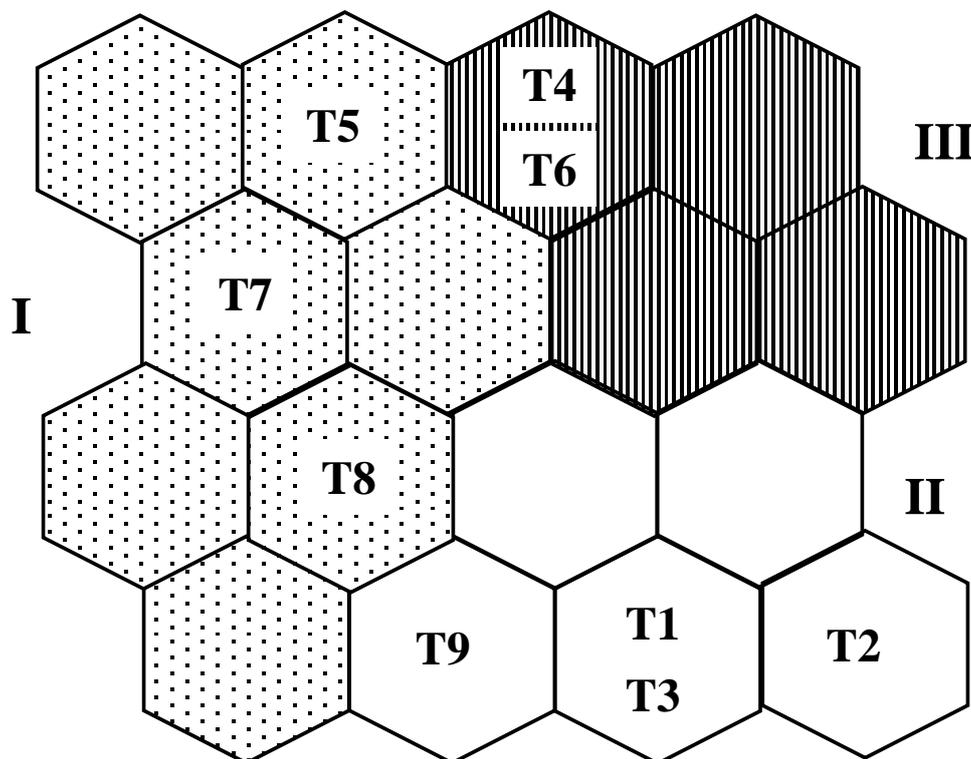


Figure 36 : Classification des espèces de la Réserve intégrale du Mont Nimba en trois groupes (I, II et III) à partir de la carte auto-organisatrice de Kohonen (SOM)

T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 et T9 représentent les transects d'échantillonnage

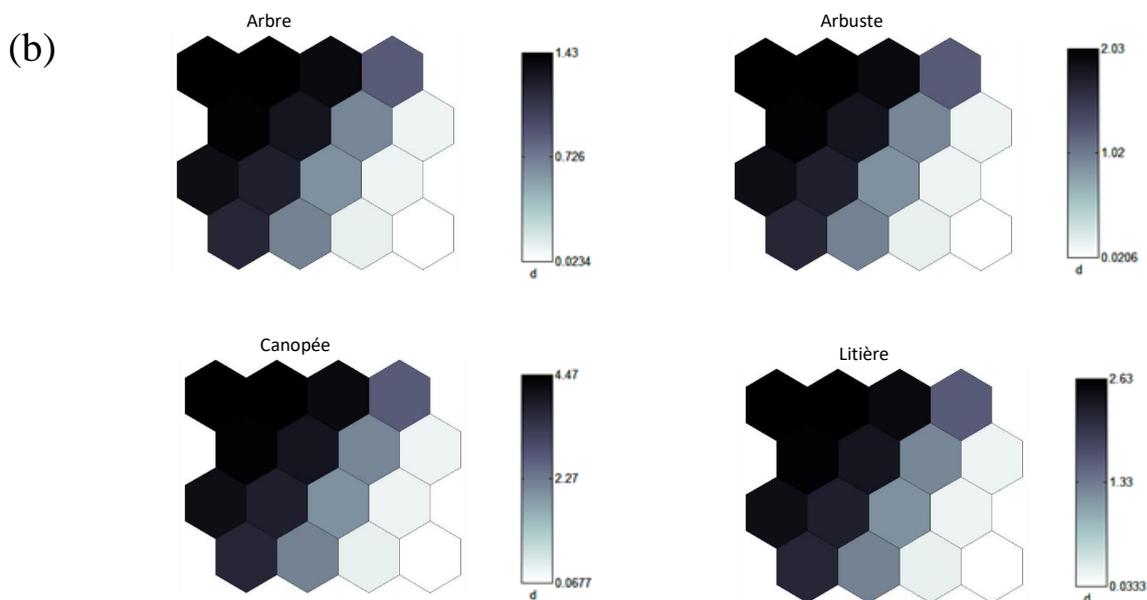
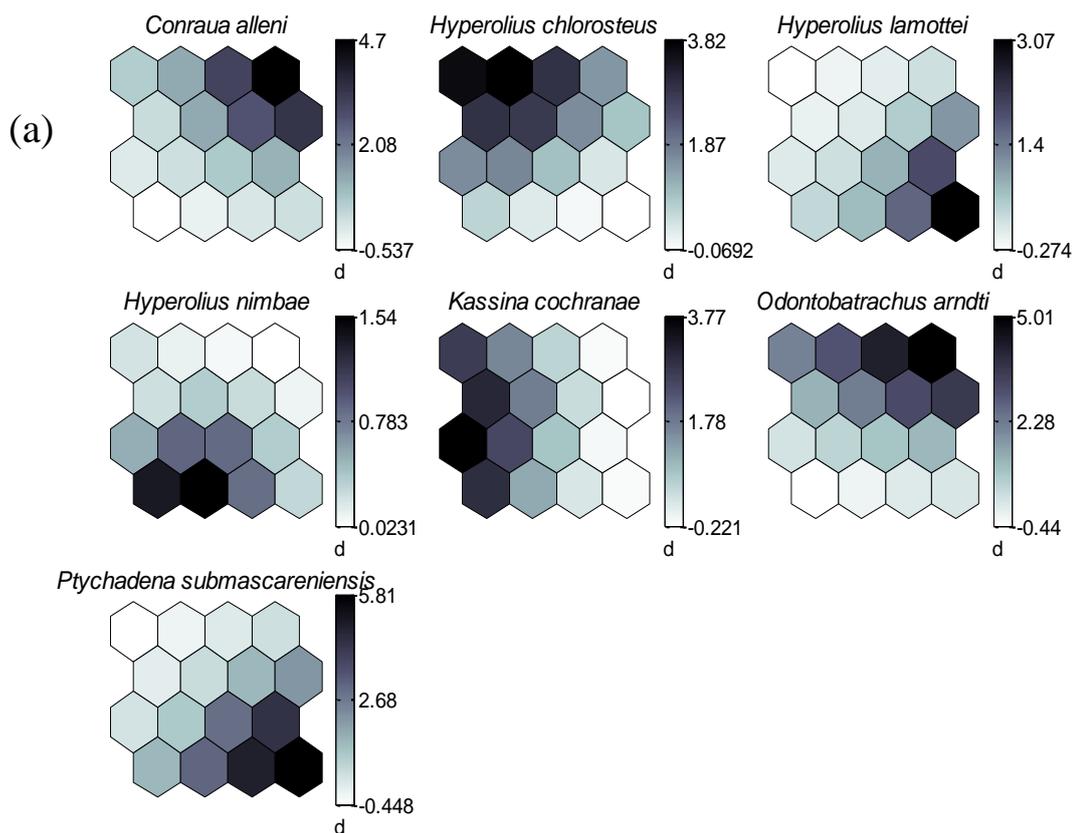


Figure 37 : Distribution des espèces de la Réserve intégrale du Mont Nimba (a) et caractérisation des habitats (b) sur la base de la carte auto-organisatrice de Kohonen (SOM)

Les polygones noirs correspondent aux sites à forte abondance de spécimens et de paramètres environnementaux de gradient élevé

Les variations de la température et de l'humidité relative de l'air au niveau des groupes I, II et III révèlent que la température est élevée dans le groupe I et moyenne dans le groupe III. Le groupe II enregistre les valeurs de températures les plus basses (Figure 38). Concernant l'humidité relative de l'air, le groupe III renferme les valeurs les plus élevées tandis le groupe I renferme à la fois des valeurs faibles et élevées. Les valeurs moyennes de l'humidité relative ont été observées dans le groupe II.

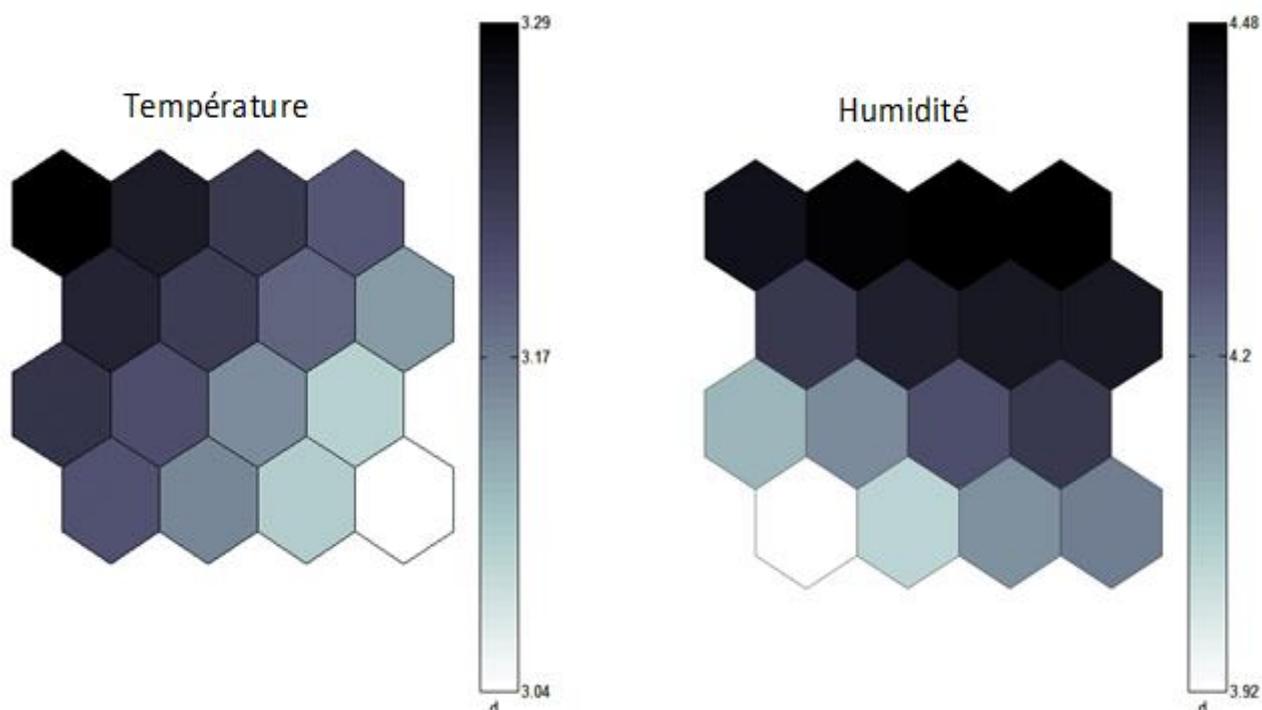


Figure 38 : Carte auto-organisatrice de Kohonen (SOM) montrant les variations de la température et de l'humidité relative de l'air dans les groupes I, II et III

Les polygones noirs correspondent aux sites de gradient très élevé

III-4-2– Discussion

Relativement à la distribution spatiale des espèces, il apparaît que les espèces sont inégalement réparties dans l'ensemble de la Réserve. Le transect T6 (habitat fermé) habrite trois des sept espèces étudiées et constitue ainsi le transect le plus diversifié. Des sept taxons étudiés, *Conraua alleni*, *Hyperolius chlorosteus* et *Odontobatrachus arndti* sont généralement inféodés aux habitats fermés (habitats forestiers), tandis que *Hyperolius lamottei* et *Ptychadena submascareniensis* sont essentiellement distribués dans les habitats ouverts (zones herbacées). Ce résultat traduirait la préférence de ces espèces pour des types de végétaux caractérisant leur habitat. Le type de couvert végétal des différents habitats influence donc, la composition du peuplement d'amphibiens (Adeba *et al.*, 2010 ; Kanga *et al.*, 2021 ; Kouamé *et al.*, 2018). En outre, les espèces *Hyperolius nimbae* et *Kassina cochranae* ont été rencontrées respectivement dans le transect T9 (habitat clairsemé) et T8 (habitat ouvert). Ces transects correspondent aux habitats les plus dégradés. En effet, les transects T8 et T9 étant situés à la périphérie de RNIMN sont sujets à diverses pressions anthropiques telles que les agrosystèmes, le déboisement et la pollution chimique (Kanga, 2022). Par ailleurs, Rödel *et al.* (2002), Kouamé *et al.* (2016) et Channing & Rödel (2019) rapportent que ces espèces sont probablement liées aux zones forestières mais vivent dans des habitats dégradés. De ce fait, la présence de *Kassina cochranae* dans le transect T7 (habitat fermé) traduirait donc l'état de perturbation de ce milieu.

Les taxons *Conraua alleni* et *Odontobatrachus arndti* enregistrent les plus grands effectifs dans le transect T4 et *Hyperolius chlorosteus* enregistre le plus grand nombre d'individus dans le transect T5. La présence en abondance de *Conraua alleni* et *Odontobatrachus arndti* dans le transect T4 et de *Hyperolius chlorosteus* dans le transect T5 indiquerait un bon état de conservation de ces habitats. En effet, ces trois espèces vivent principalement dans les milieux correspondants à des secteurs de forêts primaires (Schjøtz, 1967 ; Rödel, 2003 ; Rödel & Bangoura, 2004 ; Barej *et al.*, 2015 ; Channing & Rödel, 2019 ; Kanga *et al.*, 2021). La forte abondance de ces taxons pourrait indiquer également que les biotopes (transects T4 et T5) ne sont exposés à aucune pression anthropique (déboisement). De plus, les transects T4 et T5 sont caractérisés par des habitats ayant une végétation à forte canopée. Nos résultats corroborent les travaux effectués par Kanga *et al.* (2021) et Kanga (2022) dans la même Réserve où ils ont montré que *Conraua alleni*, *Hyperolius chlorosteus* et *Odontobatrachus arndti* étaient des espèces caractéristiques des zones de forêts primaires les mieux conservées.

Concernant les taxons *Hyperolius lamottei* et *Ptychadena submascareniensis*, les plus grandes abondances ont été relevées dans le transect T2. La présence exclusive de ces deux espèces

dans les milieux herbacés serait liée à leur préférence pour les habitats ouverts. Par ailleurs, Kanga (2022) rapporte que ces deux espèces ont développé des stratégies d'adaptation pour survivre sur la chaîne montagneuse en absence de canopée. Ce qui expliquerait la prépondérance de *Hyperolius lamottei* et *Ptychadena submascareniensis* dans les prairies montagneuses du Nimba.

Chez *Hyperolius nimbae* et *Kassina cochranæ* les effectifs les plus élevés ont été observés respectivement dans les transects T9 (habitats clairsemés) et T8 (habitats ouverts). La forte représentativité de *Hyperolius nimbae* et *Kassina cochranæ* dans ces transects s'expliquerait par une prédilection de ces espèces aux milieux perturbés. En effet selon Rödel *et al.* (2002), Kouamé *et al.* (2016) et Channing & Rödel (2019), ces espèces se rencontrent généralement dans les zones forestières mais vivent dans les habitats dégradés. Cette forte abondance serait également liée au fait que *Hyperolius nimbae* et *Kassina cochranæ* soient plus tolérantes sur le plan écologique et par conséquent seraient moins vulnérables aux changements des facteurs écologiques dues aux modifications de leurs habitats. De plus, les espèces ayant une large tolérance à la dégradation d'habitats auraient une forte capacité d'adaptation aux modifications environnementales (Gongomin, 2018 ; Gongomin *et al.*, 2019).

L'analyse temporelle des différentes espèces étudiées dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba a révélée des variations saisonnières des abondances des espèces. Ces variations seraient dues à la sécheresse. Pendant la saison sèche, les cours d'eau s'assèchent, entraînant en conséquence un déficit en eau. Ce déficit hydrique pourrait entraîner la mort de certains individus par déshydratation. D'autres espèces, pour survivre à la sécheresse, se camouflent dans la litière ou alors migrent vers des habitats propices à leur développement. Nos observations concordent avec celles de Kouamé *et al.* (2018) et Kanga (2022) qui ont rapporté que les variations des effectifs des amphibiens étaient dues à la migration saisonnière, au camouflage et à la mortalité des individus. Par ailleurs, l'augmentation saisonnière des amphibiens pourraient être causées par l'abondance d'eau pendant la saison des pluies. En effet l'abondance d'eau conditionne la distribution des anoues (Barbault, 1972 ; Scott, 1976 ; Gardner *et al.*, 2007). En particulier, c'est pendant la saison pluvieuse que les grenouilles et les crapauds se reproduisent en grand nombre et augmentent ainsi l'effectif de leurs populations. Ces résultats corroborent ceux de Rödel (2000), et de Rödel *et al.* (2006) qui ont noté que les grenouilles se reproduisent massivement pendant la saison des pluies. De même Kouamé *et al.* (2016), Gongomin *et al.* (2022) ont montré que les augmentations d'abondances des anoues sont également liées à la reproduction.

La distribution des anoures à partir des cartes auto-organisatrices a permis de classer les sept espèces étudiées en trois groupes distincts. Ces trois groupes renferment chacun trois espèces avec au moins une espèce différente d'un groupe à un autre. Ainsi, le taxon *Kassina cochranae* provient du groupe I et les taxons *Hyperolius lamottei*, *Hyperolius nimbae* et *Ptychadena submascareniensis* appartiennent au groupe II. Le groupe I caractérise à la fois les habitats fermés (forte présence de canopée) et les habitats ouverts tandis que le groupe II est constitué des habitats ouverts (dominé essentiellement par les herbacées) et des habitats clairsemés (canopée fragmentée). Quant à l'espèce *Conraua alleni*, elle est issue du groupe III renfermant des habitats à forte densité d'arbres et d'arbustes. Les taxons *Hyperolius chlorosteus* et *Odontobatrachus arndti* présentent une distribution chevauchante entre les groupes I et III. De ce fait, *Hyperolius chlorosteus* et *Odontobatrachus arndti* partagent les mêmes habitats que *Kassina cochranae* ainsi que *Conraua alleni*. Toutefois, compte tenu de la tolérance de *Kassina cochranae* aux milieux perturbés (Rödel *et al.*, 2002 ; Channing & Rödel, 2019 ; Kanga *et al.*, 2021), nous pouvons déduire que *Hyperolius chlorosteus* et *Odontobatrachus arndti* ont une distribution spatio-temporelle beaucoup plus proche de celle de *Conraua alleni*. En effet, selon Schiøtz (1967), Rödel (2003), Rödel & Bangoura (2004), Barej *et al.* (2015), Channing & Rödel (2019) et Kanga *et al.* (2021), ces trois espèces sont généralement inféodées aux milieux correspondant à des secteurs de forêts primaires aillant un bon état de conservation. Le chevauchement de l'aire de répartition des espèces *Hyperolius chlorosteus* et *Odontobatrachus arndti* avec le groupe I pourrait probablement s'expliquer par la présence de forte canopée, caractéristique d'un écosystème forestier en bon état de conservation (Kanga *et al.*, 2021 ; Kanga, 2022). La distribution des sept espèces étudiées dans la RNIMN est donc influencée par la structure de la végétation ainsi que par la présence abondante de couches de litière. Ces observations concordent avec celles rapportées par Urbina-Cardona *et al.* (2006) dans les lambeaux de forêts humides mexicaines. En effet, ces auteurs ont noté que la structure de la végétation, la quantité de la litière dans le milieu et le type de sol influençaient la distribution de certaines espèces d'anoures. De même, Giaretta *et al.* (1999), Vonesh (2001) et Menin *et al.* (2007) ont montré que l'abondance et la richesse spécifique des anoures s'accroissaient avec la densité des arbres et l'épaisseur des couches de litière. En outre, cette forte abondance d'espèces dans le milieu est due à l'existence d'une grande proportion de litière et d'une densité élevée d'espèces ligneuses qui servent de refuges aux anoures (Lieberman, 1986).

Au sujet de l'influence des paramètres climatiques sur la distribution des espèces, il ressort que la température et l'humidité relative de l'air sont élevées dans chacun des trois groupes matérialisés par la carte auto-organisatrice de Kohonen. Tous les taxons échantillonnés

semblent être influencés par ces deux facteurs abiotiques. Cette influence exercée par ces deux paramètres abiotiques se justifierait, par une variation saisonnière de la température dans les transects de chaque groupe. Ainsi, les plus fortes valeurs de la température de l'air enregistrées dans le transect T8 (groupe I) au cours de la saison sèche pourraient être liées aux différents types d'habitats. Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par Kouamé *et al.* (2018), qui ont affirmé, au cours de leurs travaux dans le Parc National d'Azagny, que les transects caractérisés par les habitats ouverts, sont directement soumis aux rayonnements solaires, d'où une élévation de la température. En outre, les valeurs maximales de l'hygrométrie enregistrées dans le groupe III pourraient être dues à la forte couverture de la canopée. En effet, dans les habitats fermés le couvert végétal fait écran aux rayons solaire et crée un microclimat de sous-bois plus doux avec des valeurs d'humidité relative élevées (Kanga, 2022).

Conclusion partielle

L'analyse de la dynamique spatiale et temporelle des anoues, a montré que les sept espèces étudiées ont une préférence pour un type d'habitat particulier. Les taxons *Conraua alleni*, *Hyperolius chlorosteus* et *Odontobatrachus arndti* sont inféodés aux habitats forestiers, caractérisés par une végétation à forte canopée, tandis que les espèces *Hyperolius lamottei* et *Ptychadena submascareniensis* ne sont distribuées que dans les zones herbacées. Quant aux taxons *Kassina cochranæ* et *Hyperolius nimbae*, ils sont distribués dans les zones forestières mais vivent également dans les habitats dégradés. La présence de *Conraua alleni*, *Hyperolius chlorosteus* et *Odontobatrachus arndti* traduit un bon état de conservation de la RNIMN. En revanche, la présence de *Kassina cochranæ* et *Hyperolius nimbae* indiquant les perturbations des sites forestiers, montre que les habitats situés à la périphérie de la Réserve sont menacés. Par ailleurs, les spécimens de chaque espèce étaient significativement plus abondants pendant la saison pluvieuse. La température et l'humidité relative influencent la variation saisonnière de l'abondance des anoues dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

CONCLUSION

Conclusion générale

La présente étude a porté sur les caractéristiques taxonomiques et la distribution spatio-temporelle de sept espèces d'amphibiens endémiques de la région du Mont Nimba.

La couverture de la canopée (84,25 à 90,7 %), la forte densité des végétaux ligneux (6,3 à 7,1 arbustes / m² et 3 à 3,7 arbres / m²) et les sols humifères (12,39 à 14,26 cm) du système fermé le distinguent aisément du système ouvert (la couverture de la canopée (0), la densité des végétaux ligneux (0) et l'épaisseur de la litière (0)). Ce second système est caractérisé par des formations herbeuses et des sols argileux ou rocheux. Cependant, les valeurs de la température (21,8 à 22,2 °C) et de l'humidité relative de l'air (91 à 92 %) enregistrées dans les habitats ouverts en altitude ne présentent aucune différence significative avec les valeurs de la température (23,3 à 23,6 °C) et de l'humidité relative de l'air (81 à 84 %) enregistrées dans les habitats fermés. Par ailleurs, la présence ou non de cours d'eau dans ces deux systèmes a permis de dissocier les habitats humides et les habitats secs.

Relativement au volet morphologique de cette étude, 12 descripteurs morphométriques ont permis de décrire les différentes espèces et de différencier les spécimens mâles et femelles de chaque espèce. Un dimorphisme sexuel était généralement observé au niveau de la taille (LMA) où les femelles (22 à 56,2 mm) étaient significativement plus grandes que les mâles (19,6 à 50 mm). D'ailleurs, la présence et la coloration du sac gulaire chez les mâles les différencient des femelles. Toutefois, le sac gulaire étant interne chez les mâles de *Conraua alleni*, les rendait difficilement discernables des femelles. En outre, la description morphologique de *Kassina cochranæ* était principalement basée sur les caractères morphologiques des spécimens mâles, vu que seuls les mâles de cette espèce avaient été échantillonnés lors de nos investigations.

Au niveau de la vocalisation, les coassements de chaque espèce ont été décrits et les différents paramètres spectraux et temporels de ces coassements ont été analysés. Il ressort que, les espèces *Conraua alleni* et *Kassina cochranæ* semblent coasser par des sifflements qui sont différents d'une espèce à une autre. Tandis que, les espèces du genre *Hyperolius* émettaient des coassements comparables à des "clic" qui pouvaient être lents ou accélérés, émis seul ou en série. Quant à l'espèce *Ptychadena submascareniensis*, les spécimens émettaient des "creck" de courte durée. Tous les coassements enregistrés au cours de cette étude présentaient des valeurs de la fréquence dominante égales au double de celles de la fréquence fondamentale. Ces valeurs de fréquences dominante et fondamentale traduisent l'existence des harmoniques dans les différents coassements. Cependant, contrairement à la vocalisation des autres espèces considérées, celle de *Ptychadena submascareniensis* n'a jamais été décrite depuis sa description

Conclusion

originale de l'espèce. De ce fait, ces résultats sur la vocalisation obtenue dans cette étude sont une première pour l'espèce *Ptychadena submascareniensis*.

Concernant la dynamique spatiale et temporelle des anoues, nous retenons que les sept espèces étudiées ont une préférence pour un type d'habitat particulier. Les espèces *Conraua alleni*, *Hyperolius chlorosteus* et *Odontobatrachus arndti* sont généralement inféodés aux habitats forestiers, caractérisés par une végétation à forte canopée. Quant aux espèces *Hyperolius lamottei* et *Ptychadena submascareniensis*, elles ne sont distribuées que dans les zones herbacées. Chez les taxons *Kassina cochranæ* et *Hyperolius nimbae*, les populations sont réparties dans les zones forestières avec des habitats dégradés. La présence de *Conraua alleni*, *Hyperolius chlorosteus* et *Odontobatrachus arndti* atteste un bon état de conservation de la RNIMN. En revanche, la présence de *Kassina cochranæ* et *Hyperolius nimbae* espèces caractéristiques des sites forestiers perturbés indique que les habitats situés à la périphérie sont menacés. Par ailleurs, les spécimens de chaque espèce étaient significativement plus abondants pendant la saison pluvieuse. La température et l'humidité relative influencent la variation saisonnière de l'abondance des anoues dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba.

Recommandations

Ces travaux de recherches sont une contribution à une meilleure connaissance des Amphibiens endémiques de la RNIMN. Compte tenu de l'intérêt écologique qu'ils représentent et de la diversité de leur habitat, les Amphibiens devraient être pris en compte dans la politique de gestion de la Réserve. Autrement dit, le gestionnaire (OIPR) devrait, en plus des mammifères (primates, ongulés et rongeurs), intégrer les amphibiens qui jouent un rôle important dans le fonctionnement des écosystèmes terrestres et aquatiques, dans le programme de suivi écologique.

La présence de l'espèce *Hyperolius nimbae* (classée comme espèce en danger (EN) par l'UICN) dans la zone périphérique de la Réserve, milite en faveur de la préservation de cette zone. Pour y parvenir, des programmes de protection et de conservation de cette zone impliquant les populations riveraines devraient être envisagés.

Afin de réduire les pressions anthropiques sur la Réserve et sa périphérie, nous recommandons d'accentuer la surveillance dans cette aire. Nous recommandons également l'appui des projets communautaires déjà existants et la mise en place de microprojets en vue d'aider la population riveraine à se prendre en charge.

Conclusion

Perspectives

Cette étude ouvre plusieurs axes de recherches postérieures. Ainsi, Il serait important d'approfondir l'étude sur la vocalisation chez l'espèce *Odontobatrachus arndti* et d'étendre cette étude à toutes les autres espèces de la Réserve, afin d'établir une clé d'identification acoustique de chaque espèce.

Il serait également important d'approfondir les techniques d'échantillonnages sur l'espèce *Kassina cochrae*.

Une étude génétique des sept espèces étudiées dans la Reserve Intégrale du Mont Nimba serait envisageable en vue d'établir une base de donnée génétique de ces espèces.

Un autre axe de travail pourrait intéresser l'écologie et l'estimation des populations de *Nimbaphrynoïdes occidentalis*, qui est une espèce classée sur la liste rouge de l'UICN comme en danger critique d'extinction (CR).

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références

- Adeba J.P., Kouassi P. & Rödel M.-O. (2010). The anuran environment-revising Lamto, Côte d'Ivoire, 40 years after the first herpetofaunal investigations. *African Journal of Herpetology*, 59 (1) : 1-16.
- Ajibola M.E., Omoshehin T.O. & Olosunde S.O. (2016). Evaluation of food and feeding habits of *Hoplobatrachus occipitalis* (Günther, 1858) from four locations on Obafemi Awolowo Campus, Ile-Ife. *Ife Journal of Science*, 18 (1) : 085-094.
- Amiet J.-L. (1987). Aires disjointes et taxons vicariants chez les Anoures du Cameroun : implications paléoclimatiques. *Alytes*, 6 : 99-115.
- Amphibiaweb (2022). <<https://amphibiaweb.org>> University of California, Berkeley, CA, USA. Consulté le 18 Février 2022.
- Angel F. (1943). Description d'un nouvel amphibien anoure, ovo-vivipare de la Haute-Guinée Française (Matériaux de la mission Lamotte, au Mont-Nimba) (2e note). *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 15 : 167-169.
- Angel F., Guibé J. & Lamotte M. (1954a). Lézards, *In* : La réserve naturelle intégrale du mont Nimba, II. *Mémoires de l'Institut Français d'Afrique Noire*, 40: 371-379.
- Angel F., Guibé J., Lamotte M. & Roy R. (1954b). Serpents, *In* : La réserve naturelle intégrale du mont Nimba, II. *Mémoires de l'Institut Français d'Afrique Noire*, 40: 381-402.
- Angel F. & Lamotte M. (1944). Un crapaud vivipare d'Afrique Occidentale, *Nectophrynoides occidentalis* Angel. *Annales des Sciences Naturelles Zoologie et Biologie Animale*, 6 : 63-89.
- Anonyme (1998). Amphibiens du Gabon et du Mbini : clé de détermination illustrée, 101-181.
- Assemian N.E. (2009). Systématique, diversité et dynamique spatio-temporelle du peuplement d'Amphibiens d'une aire protégée Ouest africaine (Parc National du Banco ; Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat de l'Université Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire, 183p.
- Assemian N.E., Kouamé N.G., Tohé B., Gourène G. & Rödel M.-O. (2006). The anurans of the Banco National Park, Côte d'Ivoire a threatened West African rainforest. *Salamandra*, 42 (1) : 41-51.
- Ayoro H.J. (2021). Diversité et distribution des espèces d'Amphibiens du Burkina Faso : effet des variations bioclimatiques sur la répartition de quelques espèces. Thèse de

Références

- Doctorat, Ecole Doctorale des Sciences et Technologies, Université Joseph Ki-Zerbo (Ouagadougou, Burkina Faso), 184 p.
- Babo A., Droz Y., (2008). Conflits fonciers. De l'ethnie à la nation. *Cahiers d'études africaines*, 192 : 741-764.
- Bagaturov M.F. & Bagaturova A.A. (2018). Overview of Amphibian Sexual Dimorphism, with Description of New Secondary Sexual Dimorphic Character in Rhacophorid Frogs. *International Journal of Zoology and Animal Biology*, 1(1) : 000105.
- Baillie J.E.M., Griffiths J., Turvey S.T., Loh J. & Collen B. (2010). Evolution lost: status and trends of the world's vertebrates. *Zoological Society of London*, United Kingdom, 72 p.
- Bakarr M., Bailey B., Byler D., Ham R., Olivieri S. & Omland M. (eds.) (2001). From the forest to the sea: Biodiversity connections from Guinea to Togo. Conservation Priority-Setting Workshop. December 1999. Conservation International, Washington D.C, 2 : 1-170.
- Barbault R. (1972). Les peuplements d'Amphibiens des savanes de LAMTO (Côte d'Ivoire). *Annales de l'Université d'Abidjan*, Série E, V, Fascicule 1 : 59-142.
- Barbour T. & Loveridge A. (1927). Some undescribed frogs and a new gecko from Liberia. *Proceedings of the New England Zoölogical Club*, 10 : 13-18.
- Barej M.F., Schmitz A., Penner J., Doumbia J., Sandberger-Loua L., Hirschfeld M., Brede C., Emmrich M., Kouamé N.G., Hillers A., Gonwouo N.L., Nopper J., Adeba P.J., Bangoura M.A., Gage C., Anderson G. & Rödel M.-O. (2015). Life in the spray zone-overlooked diversity in West African torrent-frog (Anuran, Odontobratrachidae, *Odontobatrachus*). *Zoosystematic and Evolution*, 91 (2) : 115-149.
- Benito-Espinal E. (1997). La classe des Batraciens. In : Faune, Flore, Monde marin, Caraïbes. *Faune*, 2 : 151-159.
- Berroneau M., Barande S., Barthe L., Bernard Y., Dejean T., Gosá A., Jemin J., Lorvelec O., Menay M., Miaud C., Morinière P., Muratet J., Sautet D. & Segouin S. (2010). Guide des Amphibiens et Reptiles d'Aquitaine. *Association Cistude Nature*, France, 175 p.

Références

- BirdLife International. (2004). State of the world's birds : indicators for our changing world (Cambridge : BirdLife International).
- Bittencourt-Silva G.B., Bayliss J. & Conradie W. (2020). First herpetological surveys of Mount Lico and Mount Socone, Mozambique. *Amphibian & Reptile Conservation* 14(2) [General Section]: 198-217 (e247).
- Blackburn D.C., Nielsen S.V., Barej M.F., Doumbia J., Hirschfeld M., Kouamé N.G., Dwight L., Loader S., Ofori-Boateng C., Stanley E.L. & Rödel M.-O. (2020). Evolution of the African slippery frogs (Anura : *Conraua*), including the world's largest living frog. *Zoologica Scripta*, 49 : 684-696.
- Boulenger E.G. (1915). On two new tree-frogs from Sierra Leone, recently living in the society's Gardens. *Proceeding of the Zoological Society of London*, 1915 : 243.
- Brooks T., Balmford A., Burgess N., Fjeldsa J., Hansen L.A., Moore J., Rahbek C. & Williams P. (2001). Toward a blueprint for conservation in Africa. *Bioscience*, 51 : 613-624.
- Brosse S., Dauba F., Oberdorff T. & Lek S. (1999). Influence of some topographical variables on the spatial distribution of lake fish during summer stratification. *Archiv für Hydrobiologie*, 145 : 359-371.
- Brosse S., Giraudel J.L. & Lek S. (2001). The temporal dynamic of fish populations assemblage and community structure. *Ecological Modelling*, 146 : 159-166.
- Carrière M. (1999). Contribution à l'étude des Grenouilles vertes de Poitou-Charentes et Vendée. *Bulletin de la Société Herpétologique de France*, 92 : 29-44.
- Channing A. (2001). Amphibians of Central and Southern Africa. Cornell University Press, New York, USA. 470 p.
- Channing A. & Rödel M.-O. (2019). Field guide to the frogs and other amphibians of Africa. Cape Town, South Africa: *Struik Nature*, 408 p.
- Chatelain C., Gautier L. & Spichiger R. (1996). A recent history of forest fragmentation in southwestern Ivory Coast. *Biodiversity Conservation*, 5 : 37-53.
- Crawford A.J., Lips K.R. & Bermingham E. (2010). Epidemic disease decimates amphibian abundance, species diversity, and evolutionarily history in the highlands of central Panama. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107: 13777-13782.

Références

- Da K.P. (1992). Contribution à la connaissance du phytoplancton de la mare du complexe piscicole du Banco (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat 3^{ème} Cycle, Université Nationale de Côte d'Ivoire, Abidjan, 405 p.
- Daget J. & Iltis A. (1965). Poissons de Côte d'Ivoire (eaux douce et saumâtres). Mémoire de l'institut français d'Afrique noire 74, 385 p.
- Daget J. (2003). Les Poissons Actinoptérygiens du mont Nimba. *In*: Le peuplement animal du mont Nimba (Guinée, Côte d'Ivoire, Liberia). Lamotte M. & Roy R. (eds.), *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, 190 : 581–595. Paris ISBN : 2-85653-554-2.
- Daudet M. (2010). Analyse diagnostique et spatiale des températures journalières en zone tropicale de montagne : le cas du Kenya. Mémoire de Master en climatologie, Université de Bourgogne (Dijon, France), 56 p.
- Decher J., Gris C.R., Garteh J.C., Kilpatrick C.W., Kuhn H.J., Phalan B., Monadjem A., Kadjo B., Jacquet F. & Denys C. (2016). New evidence of the semi-aquatic Nimba Otter Shrew (*Micropotamogala lamottei*) at Mount Nimba and in Putu Range of Liberia. Uncertain future for an evolutionary distinct and globally endangered (EDGE) species in the face of recent industrial developments. *Journal of Contemporary Water Research and Education* 157: 46-57.
- Dehling M.J. (2012). An African glass frog: A new *Hyperolius* species (Anura: Hypeliidae) from Nyungwe National Park, southern Rwanda. *Zootaxa*, 3391 (1) : 52-64.
- Doherty-Bone T. & Gvoždík V. (2017). The amphibians of Mount Oku, Cameroon: an updated species inventory and conservation review. *ZooKeys*, 643: 109-139.
- Doherty-Bone T.M., Ndifon R.K. & Gower D.J. (2011). Traditional indigenous perspectives on soil-dwelling vertebrates in Oku, Cameroon, with special reference to the caecilian *Crotaphatrema lamottei*. *Herpetological Bulletin*, 116 : 19-24.
- Donnelly M.A. & Guyer C. (1994). Mark-Recapture. *In* : Heyer W.R., Donnelly M.A., McDiarmid R.W., Hayek L.C. & Foster M.S. (Eds.) : Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution press Washington D.C. : 183-200.
- Dubois A. (2001). Les Amphibiens. *Encyclopédie Clartés*, 7 : 1-20.

Références

- Dubois P.J. (2008). Le syndrome de la grenouille. Changement climatique : ce que disent les scientifiques. Delachaux et Niestlé, Paris, 190p.
- Duellman W.E. & Trueb L. (1986). Amphibians : Biology of Amphibians. McGraw-Hill, New York, 670p.
- Eckert R. (1999). Physiologie animale : mécanismes et adaptations. *De Boeck Supérieur*, 840p.
- Emmrich M., Vences M., Ernst R., Köhler J., Barej M.F., Glaw F., Jansen M. & Rödel M.-O. (2020). A guild classification system proposed for anuran advertisement calls. *Zoosystematics and Evolution*, 96 (2) : 515-525.
- Erard C. & Brosset A. (2003). Les Oiseaux de la région du Nimba : structure et fonctionnement des peuplements, in Lamotte M. & Roy R. (eds), Le peuplement animal du mont Nimba (Guinée, Côte d'Ivoire, Liberia). *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle* 190 : 639–685. Paris ISBN : 2-85653-554-2.
- Ernst R., Linsenmair K.E., Thomas R. & Rödel M.-O. (2007). Amphibian communities in disturbed forests : lessons from the Neo-and Afrotropics. In : Tschardt T., Leuschner C., Zeller M., Guhardja E. & Bidin A. (Eds.) : The stability of tropical rainforest margins, linking ecological, economic and social constraints of land use and conservation. Springer Verlag, Berlin : 61-87.
- Feder E.M. & Burggren W.W. (1992). Environmental physiology of the amphibians. *University of Chicago Press*, 646p.
- Frost D.R. (2021). Amphibian species of the World : an online reference. Version 6.0. Available at: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA. Dernière consultation le 16 Avril 2021.
- Gardner T.A., Fitzherbert E.B., Drewes R.C., Howell K.M. & Caro T. (2007). Spatial and Temporal Tatters of Abundance and Diversity of an East African Leaf Litter Amphibian Fauna. *Biotropica*, 39 (1) : 105-113.
- Giaretta A.A., Facure K.G., Sawaya R.J., De Meyer J.H.M. & Chemin N. (1999). Diversity and abundance of litter frogs in a montane forest of Southeastern Brazil : seasonal and altitudinal changes. *Biotropica*, 31 : 669-674.
- Giraudel J.L. & Lek S. (2001). A comparison of self-organizing map algorithm and some conventional statistical methods for ecological community ordination. *Ecological Modelling*, 146 : 329-339.

Références

- Gongomin B.A.-I. (2018). Diversité comparée des amphibiens de deux forêts de la région de la Mé (Sud-Est, Côte d'Ivoire). Mémoire de Master en Biodiversité et Gestion Durable des Ecosystèmes, UFR Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), 52 p.
- Gongomin B.A.-I., Kouamé N.G., Agoh K.L., Kanga K.P. & Rödel M.-O. (2022). New biological data for two rare species, *Hyperolius nimbae* Laurent, 1958, and *H. chlorosteus* (Boulenger, 1915) (Anura, Hyperoliidae). *Amphibian & Reptile Conservation*, 16 (1) [General section] : 88-103.
- Gongomin B.A.-I., Kouamé N.G. & Rödel M.-O. (2019). New records of the Togo Toad, *Sclerophrys togoensis*, from south-eastern Ivory Coast. *Herpetology Notes*, 12 : 501-508.
- Gridi-Papp M. (2007). SoundRuler : Acoustic analysis for research and teaching. Available at <http://soundruler.sourceforge.net>. Last accessed on 5 May, 2018.
- Guibé J. & Lamotte M. (1953). *Rana (Ptychadena) submascareniensis*, batracien nouveau de l'Afrique Occidentale. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 2 (25) : 361-364.
- Guibé J. & Lamotte M. (1958). Morphologie et reproduction par développement direct d'un anoure du Mont Nimba *Arthroleptis crusculum* Angel. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 2 (30) : 125-133.
- Guibé J. & Lamotte M. (1963). La réserve intégrale du Mont Nimba. XXVIII. Batraciens du genre *Phrynobatrachus*. Mémoire de l'institut fondamental d'Afrique noire 66 : 601-627.
- Halliday T.R. (2008). Why amphibians are important ? *International Zoo Yearbook*, 42 : 1-8.
- Heyer W.R., Donnelly M.A., McDiarmid R.W., Hayek L.-A.C. & Foster M.S. (1994). Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians. *Smithsonian Institution press*, Washington D.C, 364 p.
- Hillers A., Loua N.-S. & Rödel M.-O. (2008a). A preliminary assessment of the amphibians of the Fouta Djallon, Guinea, West Africa. *Salamandra*, 44: 113-122.
- Hillers A., Loua N.-S. & Rödel M.-O. (2008b). Assessment of the distribution and conservation status of the viviparous toad, *Nimbaphrynoides occidentalis*, on Monts Nimba, Guinea. *Endangered Species Research*, 5: 13-19.

Références

- Hsu M.-Y., Kam Y.-C. & Fellers G.M. (2005). Effectiveness of amphibian monitoring techniques in a Taiwanese subtropical forest. *Herpetological Journal*, 15 : 73-79.
- Hulselmans J.L.J. (1972). Contribution à l'herpétologie de la République du Togo, 4. Description de *Conraua derooi*, n. sp. (Amphibia). *Revue de Zoologie et de Botanique Africaines*, 84 : 153-159.
- Ibarra A.A. (2004). Les peuplements de poisson comme outil pour la gestion de la qualité environnementale du réseau hydrographique de la Garonne. Thèse de Doctorat ès sciences, Institut National Polytechnique de Toulouse (France) : 178 p.
- Jaeger R.G. (1994). Transect sampling. *In*: Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians. Heyer W.R., Donnelly M.A., McDiarmid R.W., Hayek L.-A.C. & Froster M.S. (Eds), *Smithsonian Institution Press*, Washington and London: 103-107.
- Jaeger R.G. & Inger R.F. (1994). Quadrat sampling. *In* : Heyer, W. R., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek, L.A.C. & Froster, M.S. (Eds.). Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians. Washington & London, Smithsonian Institution Press, 97-102 pp.
- Joly P. & Morand A. (1997). Amphibian diversity and land-water ecotones. *In* : Biodiversity in land-water ecotones. Man and biosphere series. Bravard J.-P. & Juge R. (eds.), 18, United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris : 161-182.
- Juárez-Ramírez M.C., Aguilar-López J.L. & Pineda E. (2016). Protected natural areas and the conservation of amphibians in a highly transformed mountainous region in Mexico. *Herpetological Conservation and Biology* 11: 19-28.
- Kanga K.P., Kouamé N.G., Zogbassé P., Gongomin B.A., Agoh K.L., Kouamé A.M., Adepo-Gourène A.B., Konan J.C.B.Y.N., Gourène G. & Rödel M.-O. (2021). Amphibian diversity of a West African biodiversity hotspot : an assessment and commented checklist of the batrachofauna of the Ivorian part of the Nimba Mountains. *Amphibian & Reptile conservation*, 15 (1) : 71-107.
- Kanga K.P. (2022). Diversité et Dynamique spatio-temporelle du peuplement de la Batrachofaune de la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba (Ouest, Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, UFR Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), 155 p.

Références

- Khatiwada J.R., Zhao T., Chen Y., Wang B., Xie F., Cannatella D.C., Jiang J. (2019.) Amphibian community structure along elevation gradients in eastern Nepal Himalaya. *BMC Ecology* 19: 19. <https://doi.org/10.1186/s12898-019-0234-z>
- Kohonen T. (1982). Self-organized formation of topologically correct features maps. *Biological Cybernetics*, 43 : 59-69.
- Kohonen T. (1995). Self-Organizing Maps. Springer-Verlag, Series in Informatique Sciences, 30, Heindelberg, 362 p.
- Kohonen T. (2001). Self-Organizing Maps, 3rd édition. Springer-Verlag, Berlin, 501 p.
- Kopij G. (2006). Diet of the black-headed heron *Ardea melanocephala* during the breeding season in South African grasslands. *Biologia*, 61 (2) : 241-244.
- Kouamé N.G. (2009). Distribution spatio-temporelle et alimentation naturelle de cinq espèces d'Amphibiens du genre *Phrynobatrachus* Günther, 1862 (Parc National du Banco ; Abidjan - Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat de l'Université Abobo-Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire), 124 p.
- Kouamé N.G., Boateng C.O. & Rödel M.-O. (2007). A rapid survey of the amphibians from the Atewa Range Forest Reserve, Eastern Region, Ghana. Pp. 76-83 *In : A Rapid Biological Assessment of the Atewa Range Forest Reserve, Eastern Ghana. RAP Bulletin of Biological Assessment* 47. Editors, McCullough J., Alonso L.E., Naskrecki P., Wright H.E. & Osei-Owusu Y. Conservation International, Washington, DC, USA. 193 p.
- Kouamé N.G., Assemian N.E., Tohé B., Adeba P.J., Gourène G. & Rödel M.-O. (2016). Rediscovery of the Mount Nimba Reedfrog, *Hyperolius nimbae* Laurent, 1958, in western Ivory Coast. *Herpetozoa*, 29 (1/2) : 3-13.
- Kouamé N.G., Gongomin B.A.-I., Rödel M.-O. & Channing A. (2022). The taxonomic status of *Hyperolius nimbae* Laurent, 1958 (Amphibia : Anura : Hyperoliidae. *Zootaxa*, 5174 (5) : 596-599.
- Kouamé N.G., Tohé B., Assemian N.E., Gourène G & Rödel M.-O. (2018). Spatio-temporal distribution of five species of West African leaf-litter frogs. *Salamandra*, 54 (1) : 2129.
- Köhler J., Jansen M., Rodríguez A., Kok P.J.R., Toledo L.F., Emmrich M., Glaw F., Haddad C.F.B., Rödel M.-O. & Vences M. (2017). The use of bioacoustics in anuran

Références

- taxonomy: theory, terminology, methods and recommendations for best practice. *Zootaxa*, 4251: 1-124.
- Lamotte M. (1959). Observations écologiques sur les populations naturelles de *Nectophrynoides occidentalis* (fam. Bufonidés). *Bulletin de la Société biologique de France et de Belgique*, 93 : 355-413.
- Lamotte M. & Xavier F. (1972). Recherche sur le développement embryonnaire de *Nectophrynoides occidentalis* Angel, Amphibien Anoure vivipare. *Annale d'Embryologie et de Morphologie*, 5 : 315-340.
- Lamotte M. & Xavier F. (1981). Amphibiens. In : Durand, J.-R. & Lévêque, C. (Eds.) : "Flore et Faune Aquatiques de l'Afrique Sahelo-soudanienne". Tome II, ORSTOM – Paris, 32 : 773-816.
- Lamotte M. (1986). Radiations adaptatives chez les Amphibiens Anoures actuels. *Italian Journal of Zoology*, 53 (3) : 315-324.
- Lamotte M. & Ohler A. (1997). Redécouverte de syntypes de *Rana bibroni* Hallowell, 1845, désignation d'un lectotype et description d'une espèce nouvelle de *Ptychadena* (Amphibia, Anura). *Zoosystema*, 19 : 531-543.
- Lamotte M. (1998). Le climat du Nimba. In: *Le Mont Nimba, Réserve de biosphère et site du patrimoine mondial (Guinée et Côte d'Ivoire): initiation à la géomorphologie et à la biogéographie*. Lamotte M. (eds.), UNESCO Publishing, Paris : 37-54.
- Lamotte M. & Rougerie G. (1998). Les traits principaux de la géologie et de la géomorphologie du Nimba. In : *Le mont Nimba, Réserve de biosphère et site du patrimoine mondial (Guinée et Côte d'Ivoire): initiation à la géomorphologie et à la biogéographie*. Lamotte M. (eds.), UNESCO Publishing, Paris : 13-36.
- Lamotte M., Rougerie G., Roy R. & Schnell R. (2003). Le Nimba et ses principaux biotopes. In : *Le peuplement animal du mont Nimba (Guinée, Côte d'Ivoire, Liberia)*. Lamotte M. & Roy R. (eds), *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle* 190 : 29-50. Paris ISBN : 2-85653-554-2.
- Lamotte M. & Roy R. (1998). Bibliographie générale du Nimba. In : *Le mont Nimba, Réserve de biosphère et site du patrimoine mondial (Guinée et Côte d'Ivoire): initiation à la géomorphologie et à la biogéographie*. Lamotte M. (eds.), UNESCO Publishing, Paris : 133-153.

Références

- Lamotte M. & Roy R. (2003). Le peuplement animal du Mont Nimba (Guinée, Côte d'Ivoire, Liberia). *Mémoires du Muséum National d'histoire Naturelle*, Paris ; 190 : 1-724.
- Lamotte M. & Sanchez-Lamotte C. (1999). Adaptation aux particularités climatiques du cycle biologique d'un anoure tropical, *Nectophrynoïdes occidentalis* Angel, 1943 (bufonidae). *Alytes*, 16 : 111-122.
- Lauginie F. (2007). Conservation de la nature et aires protégées en Côte d'Ivoire. NEI et Afrique Nature, Abidjan, xx + 668 p.
- Laurent R.F. (1958). Les rainettes du genre *Hyperolius*. – Mémoires de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire, Dakar ; (Série A) 53 : 275-299, 3 plates.
- Leaché A.D., Oaks J.R., Ofori-Boateng C. & Fujita M.K. (2020). Comparative phylogeography of West African amphibians and reptiles. *Evolution*, 74 : 716-724.
- Lecointre G. & Guyader H. L. (2001). Classification phylogénétique du vivant. *Belin Ed*, Paris, 534 p.
- Lecointre G. & Le Guyader H. (2006). Classification phylogénétique du vivant. 3ème édition, Berlin, 560 p.
- Leite P.T., Nunes S.D. & Cechin S.Z. (2007). Dieta e uso de habitat da jararacado-brejo, *Mastigodryas bifossatus* Raddi (Serpentes, Colubridade) em dominio subtropical do Brasil. *Revista brasileira de Zoologia*, 24 : 729-734.
- Lek S., Delacoste M., Baran P., Dimopoulos I., Lauga J. & Aulagnier S. (1996). Application of neural networks to modelling nonlinear relationships in ecology. *Ecological Modelling*, 90 : 39-52.
- Lek S., Giraudel J. L. & Guégan J. F. (2000). Neuronal networks : algorithms and architectures for ecologists and evolutionary ecologists. In Lek, S. & Guégan J.F. (Eds.) : *Artificial Neuronal Networks : Application to Ecology and Evolution*. Springer - Verlag, Berlin : 3 - 27.
- Lieberman S.S. (1986). Ecology of the leaf litter herpetofauna of a Neotropical rain forest : La Selva, Costa Rica. *Acta Zoologica Mexicana*, 15 : 1-72.
- Lips R.K. (1998). Decline of a tropical montane amphibian fauna. *Conservation Biology*, 12 : 107-117.

Références

- Lips R.K. (1999). Mass mortality and population declines of anurans at an upland site in western Panama. *Conservation Biology*, 13 : 117-125.
- Loveridge A. (1941). Report on the Smithsonian–Firestone expedition collection of reptiles and amphibians from Liberia. Proc. U. S. national. Museum. 91 (3128) : 113-140.
- Menin M., Lima A.P., Magnusson W.E. & Waldez F. (2007). Topographic and edaphic effects on the distribution of terrestrially reproducing anurans in Central Amazonia : mesoscale spatial patterns. *Journal of Tropical Ecology*, 23 : 539-547.
- Minter L.R., Burger M., Harrison J.A., Braack H.H., Bishop P.J. & Kloepfer D. (2004). Atlas and red data book of the frogs of South Africa, Lesotho and Swaziland. Smithsonian Institution press, Washington D.C. : 360 p
- Mohneke M., Onadeko A.B., Hirschfeld M. & Rödel M.-O. (2010). Dried or fried : amphibians in local and regional food markets in west Africa. *Traffic bulletin*, 22 : 117-128.
- Mohneke M., Onadeko A. B. & Rödel M.-O. (2011). Medecinal and dietary uses of amphibians in Burkina Faso. *African Journal of Herpetology*, 60 (1) : 78-83.
- Monadjem A., Richards L., Taylor P.J., Denys C., Dower A., Stoffberg S. (2013). Diversity of Hipposideridae in the Mount Nimba massif, West Africa, and the taxonomic status of *Hipposideros lamottei*. *Acta Chiropterologica*, 15: 341-352.
- Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., da Fonseca G.A.B. & Kent J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403 : 853-845.
- Neira-Salamea K., Ofori-Boateng C., Kouamé N.G., Blackburn D.C., Segniagbeto G.H., Hillers A., Barej M.F., Leaché D.A. & Rödel M.-O (2021). A new critically endangered slippery frog (Amphibia, Conrauidae, *Conraua*) from the Atewa Range, central Ghana. *Zootaxa*, 4995 (1) : 71-95.
- Nöllert A. & Nöllert C. (2003). Guide des Amphibiens d'Europe : Biologie, Identification, Réparation. *Delachaux et Niestlé*, 383p.
- Ofori-Boateng C., Leaché A.D., Obeng-Kankam B., Kouamé N.G., Hillers A. & Rödel M.-O. (2018). A new species of puddle frog, genus *Phrynobatrachus* (Amphibia: Anura: Phrynobatrachidae) from Ghana. *Zootaxa*, 4374: 565-578.
- Oussou K.H (2022). Dynamique spatio temporelle des amphibiens anoures et stragetic alimentaire de l'espèce *Arthroleptis poecilonotus* Peters, 1863 dansle Parc National

Références

- de Taï (Sud ouest, Côte d'Ivoire) et agrosystème environnements. Université Jean Lourougnon Guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), 146 p.
- Park Y.-S., Cereghino R., Compin A. & Lek S. (2003). Applications of artificial neuron networks for patterning and predicting aquatic insect species richness in running waters. *Ecological Modelling*, 160 : 265-280.
- Parren M.P.E. & De Graaf N.R. (1995). Silviculture with natural regeneration. A comparison between Ghana, Côte d'Ivoire and Liberia. Forest 92, Proceeding 2nd introduction on environmental studies on tropical rain forest. Rio de Janeiro, Brazil, 166-169.
- Parris K.M. (1999). Review : amphibian surveys in forests and woodlands. *Contemporary Herpetology*, 1 : 1-18.
- Pascal O. (2002). Plantes et forêts de Mayotte. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 116p. (Patrimoines naturels; 53).
- Perraud A. (1971). Les sols. In: *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoires ORSTOM*, 50, Paris (France) : 269-389.
- Perret J.-L. (1979). Remarques et mise au point sur quelques espèces de Ptychadena (Amphibia, Ranidae). *Extrait du Bulletin de la Société Neuchateloise des Sciences Naturelles*, Tome 102 : 5-21.
- Pineda E., Moreno C., Escobar F. & Halffter G. (2005). Frog, bat and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology*, 19 : 400-410.
- Poilecot P. & Loua N.S. (2009). Les feux dans les savanes des monts Nimba, Guinée. *Bois et Forêts des Tropiques*, 63 : 51-66.
- Portik D.M., Jongasma G.F.M., Kouete T., Scheinberg L.A., Freiermuth B., Tapondjou W.P. & Blackburn D.C. (2016). A survey of amphibians and reptiles in the foothills of Mount Kupe, Cameroon. *Amphibian & Reptile Conservation*, 10(2) [Special Section]: 37-67.
- Raven P., Losos J., Johnson G. & Singer S. (2007). Biologie. *Ed de Boeck*, 1250 p.
- Raxworthy C.J. & Nussbaum R.A. (2000). Extinction and extinction vulnerability of amphibians and reptiles in Madagascar. *Amphibian and Reptile Conservation*, 2 : 15-23.

Références

- R Development Core Team (2011). R : a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. ISBN 3-900051-07- 0, URL <http://www.R-project.org/>
- Regester K.J., Whiles M.R. & Lips K.R. (2008). Variation in the trophic basis of production and energy flow associated with emergence of larval salamander assemblages from forest ponds. *Freshwater Biology*, 53 (9) : 1754-1767.
- Roy R. (2003). Les Acridiens du Nimba et de sa région. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 190: 311-391.
- Rödel M.-O. (2000). Herpetofauna of West Africa, Vol. I: Amphibians of the West African savanna. Edition Chimaira, Frankfurt/M., 335 p.
- Rödel M.-O. (2003). The amphibians of Mont Sangbé National Park, Ivory Coast. *Salamandra*, 39 : 91-110.
- Rödel M.-O., Adum G.B., Aruna E., Asseman N.E., Barej M.F., Bell R.C., Burger M., Demare G., Doherty- Bone T., Doumbia J. (2021). Diversity, threats, and conservation of western and central African amphibians (Senegal, The Gambia, Guinea Bissau, Mali, Guinea, Sierra Leone, Liberia, Ivory Coast, Burkina Faso, Ghana, Togo, Benin, Nigeria, Niger, Cameroon, Gabon, São Tome and Principe, Equatorial Guinea, Central African Republic, Chad, Republic of the Congo, Democratic Republic of the Congo, northern Angola). Pp. 11-101 In : *Status and threats of afro-tropical amphibians – Sub-Saharan Africa, Madagascar, Western Indian Ocean Islands*. Amphibian Biology, Volume 11, Part 7. Editors, Heatwole H & Rödel M.-O. Edition Chimaira, Frankfurt am Main, Germany, 243 p.
- Rödel M.-O. & Bangoura M.A. (2004). A conservation assessment of amphibians in the Forêt Classée du Pic de Fon, Simandou Range, south-eastern Republic of Guinea, with the description of a new *Amnirana* species (Amphibia: Anura : Ranidae). *Tropical Zoology*, 17: 201-232.
- Rödel M.-O., Bangoura M.A. & Böhme W. (2004). The amphibians of southeastern Republic of Guinea (Amphibia : Gymnophiona, Anura). *Herpetozoa*, 17 : 99-118.
- Rödel M.-O. & Branch W.R. (2002). Herpetological survey of the Haute Dodo and Cavally forests, western Ivory Coast, Part I : Amphibians. *Salamandra*, 38 : 245-268.

Références

- Rödel M.-O., Doumbia J., Johnson A.T. & Hillers A. (2009). A new small *Arthroleptis* (Amphibia: Anura: Arthroleptidae) from the Liberian part of Mount Nimba, West Africa. *Zootaxa*, 2302 : 19-30.
- Rödel M.-O. & Ernst R. (2003). The amphibians of Marahoué and Mont Péko National Parks, Ivory Coast. *Herpetozoa*, 16 : 23-39.
- Rödel M.-O. & Ernst R. (2004). Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. I. An evaluation of methods with recommendations for standardization. *Ecotropica*, 10 : 1-14.
- Rödel M.-O., Grafe T.U., Rudolf V.H.W. & Ernst R. (2002). A review of West African spotted *Kassina*, including a description of *Kassina schioetzi* sp. nov. (Amphibia : Anura : Hyperoliidae). *Copeia*, 2002 (3) : 800-814.
- Rödel M.-O., Lampert K.P. & Linsenmair K.E. (2006). Reproductive biology of the West African Savannah frog *Hyperolius nasutus* Günther, 1864 (Amphibia: Anura: Hyperoliidae). *Herpetozoa*, 19 : 3-12.
- Rödel M.-O., Ohler A. & Hillers A. (2010). A new extraordinary *Phrynobatrachus* (Amphibia, Anura, Phrynobatrachidae) from west Africa. *Zoosystematics and Evolution*, 86 (2) : 257-261.
- Sandberger L., Hillers A., Doumbia J., Loua N.-S., Brede C. & Rödel M.-O. (2010). Rediscovery of the Liberian Nimba toad, *Nimbaphrynooides liberiensis* (Xavier, 1978) (Amphibia: Anura: Bufonidae), and reassessment of its taxonomic status. *Zootaxa*, 2355: 56-68.
- Sandberger-Loua L., Doumbia J. & Rödel M.-O. (2016). Conserving the unique to save the diverse. Identifying key environmental determinants for the persistence of the viviparous Nimba Toad in a West African World Heritage Site. *Biological Conservation*, 198: 15-21.
- Sandberger-Loua L., Doumbia J. & Rödel M.-O. (2018a). The West African Giant Squeaker, *Arthroleptis krokosua* Ernst, Agyei, and Rödel, 2008 (Amphibia : Anura : Arthroleptidae), recorded in Guinea. *Herpetology Notes*, 11: 271-273.
- Sandberger-Loua L., Müller H. & Rödel M.-O. (2017). A review of the reproductive biology of the only known matrotrophic viviparous anuran, the West African Nimba Toad, *Nimbaphrynooides occidentalis*. *Zoosystematics and Evolution*, 93: 105-133.

Références

- Sandberger-Loua L., Rödel M.-O. & Feldhaar H. (2018b). Gene-flow in the clouds : landscape genetics of a viviparous, montane grassland toad in the tropics. *Conservation Genetics* 19: 169-180.
- Schäfer M., Doumbia J. & Rödel M.-O. (2019). The freshwater crab *Liberonautes latidactylus* (de Man, 1903) preys on adult Allen's Giant Frog, *Conraua alleni* (Barbour and Loveridge, 1927). *Herpetology Notes*,12: 1073-1076.
- Schiøtz A. (1967). The treefrogs (Rhacophoridae) of West Africa. *Spolia Zoologica Musei haunienses*, København, 25 : 1-346.
- Schiøtz A. (1999). Treefrogs of Africa. *Edition chimaira*, Frankfurt am Main, 311-319.
- Schnell R. (1952). Végétation et flore de la région montagneuse du Nimba: Afrique occidentale française. *Mémoires de l'Institut Français d'Afrique Noire*, 22 : 607 p.
- Schnell R. (1987). Les formations herbeuses montagnardes des Monts Nimba (Ouest africain). *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, 4ème série, section B, Adansonia, 9 (2) : 137-151.
- Schnell R. (1998). Le Mont Nimba, carrefour ouestafricain des flores. In: *Le mont Nimba, Réserve de biosphère et site du patrimoine mondial (Guinée et Côte d'Ivoire): initiation à la géomorphologie et à la biogéographie*. Lamotte M. (eds.), UNESCO Publishing, Paris : 55-76.
- Scott N.J. (1976). The abundance and diversity of the herpetofaunas of tropical forest litter. *Biotropica*, 8 : 41-58.
- Simmons N.B., Flanders J., Fils E.M.B., Parker G., Suter J.D., Bamba S., Douno M., Keita M.K., Morales A.E. & Frick W.F. (2021). A new dichromatic species of *Myotis* (Chiroptera: Vespertilionidae) from the Nimba Mountains, Guinea. *American Museum Novitates* 2020 (3963) : 1-40.
- Soro N., Kouamé A.M., Kouamé N.G., Adepo-Gourène A.B. & Rödel M.-O. (2019). *Morerella cyanophthalma* (Anura : Hyperoliidae) in south-eastern Ivory Coast : additional data and implication for the species' conservation. *Herpetology Notes*, 12 : 1215-1223.
- Statsoft, Inc. (2005). STATISTICA for windows version 7.1. Data analysis software system.

Références

- Stebbins J.C. & Cohen W.N. (1995) : A Natural History of Amphibians. *Princeton University Press*, 179-181.
- Stuart S.N., Chanson J.S., Cox N.A., Young B.E., Rodrigues A.S.L., Fischman D.L. & Waller R.W. (2004). Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*, 306 : 1783-1786.
- Sueur J., Aubin T. & Simonis C. (2008). Equipment review : seewave, a free modular tool for sound analysis and synthesis. *Bioacoustics*, 18 : 213-226.
- Thireau M. (1965). Monographies de deux Batraciens Anoures de l'Ouest africain *Bufo regularis* et *Rana occipitalis*. D.E.S. Paris, 39 p.
- Toledo L.F., Ribeiro R.S. & Haddad C.F.B. (2007). Anurans as prey : an exploratory analysis and size relationships between predators and their prey. *Journal of Zoology*, 271 : 170-177.
- UICN. (2019). *Odontobatrachus arndti*. The IUCN redlist of threatened species 2019. <http://www.iucnredlist.org>. Consulté le 05 mars 2021.
- UICN. (2023). The IUCN redlist of threatened species 2023. <http://www.iucnredlist.org>. Consulté le 06 septembre 2023.
- Urbina-Cardona J.N., Olivares-Perez M. & Reynoso V.H. (2006). Herpetofauna diversity and micro-environment correlates across a pasture-edge-interior ecotone in tropical rainforest fragments in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve of Veracruz, Mexico. *Biological Conservation*, 132 (1) : 61-75.
- Vonesh J.R. (2001). Patterns of richness and abundance in a tropical African leaf-litter herpetofauna. *Biotropica*, 33 : 502-510.
- Van der Hoek Y., Tuyisingize D., Eckardt W., Garriga N. & Derhé M.A. (2019). Spatial variation in anuran richness, diversity, and abundance across montane wetland habitat in Volcanoes National Park, Rwanda. *Ecology and Evolution*, 2019: 1-11.
- Wells K.D. (2007). The ecology and behavior of amphibians. The Chicago University press, 1084 p.
- Wojnowski D. & Malonza P.K. (2009). Kilima-Mrota is not a worm: the effect of conservation education and a local naming contest on the perspectives held by the peoples of

Références

- Sagalla Hill, Kenya toward the Sagalla caecilian *Boulengerula niedeni*. *Journal of the East Africa Natural History*, 98 : 241-248.
- Woods D. (2003). The tragedy of the cocoa pod : rent seeking, land, and ethnic conflict in Ivory Coast. *The Journal of Modern African Studies* 41: 641-655.
- Wyman R.L. (1990). What's happening to the amphibians ? *Conservation Biology*, 4 : 350-352.
- Xavier F. (1978). Une espèce nouvelle de *Nectophrynoides* (Anura, Bufonidae) des Monts Nimba, *N. liberiensis* n.sp. I – Description de l'espèce. *Bulletin de la Société Zoologique de France* 103: 431-441.
- Xavier F. (2009). La belle histoire du petit crapaud vivipare du Mont Nimba. *Bulletin de la Société Zoologique de France* 134: 13-21.
- Zingbé G.U., N'Guessan O., Kouamé N.G. & Rödel M.-O. (2023). Male and female vocalisation in the White-lipped frog, *Amnirana galamensis* (Duméril & Bibron, 1841). *Alytes*, 39 (1-4) : 1-11.

ANNEXES

Annexe 1: Autorisation d'accès et d'échantillonnage d'Amphibiens dans la Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba



REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE
Union – Discipline – Travail

Ministère de l'Environnement et du Développement Durable

Office Ivoirien des Parcs et Réserves

N° 700 /MINEDD/OIPR/DG/ora

Abidjan, le **19 JUIN 2019**

**AUTORISATION D'ACCES ET D'ECHANTILLONNAGE
D'AMPHIBIENS**

LE DIRECTEUR GENERAL DE L'OFFICE IVOIRIEN DES PARCS ET RESERVES

- Vu la demande en date du 23 Avril 2019 formulée par Dr. KOUAMÉ N'Goran Germain, Maître de Conférences à l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa ;
- Vu les lettres de recommandation adressées à l'administration chargée des forêts en Côte d'Ivoire les 19 et 20 Décembre 2018 par, respectivement, **Dr. Mark-Oliver Rödel** du Muséum d'histoire naturelle de Berlin, et **Ariadne Angulo PhD**, Co-Chairman du Groupe de Spécialistes des amphibiens de l'IUCN (SSC Amphibian Specialist Group) ;

Et en attendant la mise en place du Conseil Scientifique de l'Office Ivoirien des Parcs et Réserves ;

AUTORISE

Mlle GONGOMIN Basseu Aude-Inès et M. KANGA Kouassi Philippe, doctorants à l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, à accéder à la Réserve Intégrale du Mont Nimba, du **18 juin 2019 au 17 juin 2020** en vue d'y effectuer sous la direction de Dr. KOUAMÉ N'Goran Germain, des travaux de recherche et de prélèvement d'échantillons d'amphibiens pour identification et analyses génétiques au laboratoire.

Les amphibiens concernés sont **les familles des *Astylostemidae* (20 taxons), *Bufo* *nidae* (20 taxons), *Hyperoliidae* (55 taxons), *Phrynobatrachidae* (30 taxons) et *Ptychadenidae* (45 taxons).**

Avant le début de ces activités qui s'inscrivent dans le cadre de leurs thèses de doctorat, les intéressés sont invités à prendre les dispositions nécessaires pour se présenter aux gestionnaires du parc en l'occurrence, le Directeur de Zone Ouest à Man ou son représentant (Chef Secteur) à Danané.

Au cours de leur séjour dans le parc, les bénéficiaires de la présente autorisation demeurent soumis au strict respect de la réglementation en vigueur dans les Parcs Nationaux et Réserves de la Côte-d'Ivoire. **Ils ne doivent en particulier, ni mutiler les espèces végétales et animales, ni se livrer à un échantillonnage sortant du cadre de celui décrit dans le projet de recherche notamment la chasse, la capture ou le prélèvement d'animaux autre que ceux appartenant au groupe d'espèces ciblé par la demande.**

Au terme de leurs activités de recherche, Mlle GONGOMIN Basseu Aude-Inès et M. KANGA Kouassi Philippe sont invités à remettre une copie de leurs thèses ou un rapport résumant les conclusions de leurs investigations à la Direction Générale de l'Office Ivoirien des Parcs et Réserves et à la Direction de Zone Ouest.

Le Directeur Technique de l'OIPR et le Directeur de la Zone Ouest sont chargés de veiller à l'application de la présente autorisation.

Le Directeur Général

Ampliation :

- DZ Ouest..... 1



Col. TONDOSSAMA Adama
Ingénieur Général des Eaux et Forêts



REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE
Union – Discipline – Travail

Ministère de l'Environnement et du Développement Durable

Office Ivoirien des Parcs et Réserves

FACTURE

Université Jean LOROUGNON GUEDE
bp 150 Daloa
Côte d'Ivoire

Facture n° 26
Date 01 JUIL 2019

Désignation	Période facturée	Nombre de personnes	Coût Unitaire	Montant
Autorisation d'accès de Mlle GONGOMIN Basseu Aude-Inès et Mr. KANGA Kouassi Philippe à la Réserve Intégrale du Mont Nimba, pour des travaux de recherche, du 18 juin 2019 au 17 juin 2020	1 an	2	15 000/pers/an.	30 000 F
Arrêté la présente facture à la somme de TRENTE MILLE FRANCS CFA.			PTHT	30 000F
			TVA 0%	0
			PTTC	30 000F
			NET A PAYER	30 000F

Le Directeur des Finances
et de la Comptabilité

PAYE-LIVRE



KOUAKOU N'guessan Evrard
Administrateur des Services Financiers

PUBLICATION

Published in the United States of America

2022 • VOLUME 16 • NUMBER 2

AMPHIBIAN & REPTILE CONSERVATION



amphibian-reptile-conservation.org

ISSN: 1083-446X

eISSN: 1525-9153



New biological data for two rare reedfrog species, *Hyperolius nimbae* Laurent, 1958, and *H. chlorosteus* (Boulenger, 1915) (Anura: Hyperoliidae)

¹Basseu Aude-Inès Gongomin, ¹*N'Goran Germain Kouamé, ¹Konan Laurent Agoh, ¹Kouassi Philippe Kanga, and ²Mark-Oliver Rödel

¹Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Environnement, Laboratoire de Biodiversité et Ecologie Tropicale (BioEcoTrop), Daloa, BP 150, CÔTE D'IVOIRE ²Museum für Naturkunde - Leibniz Institute for Evolution and Biodiversity Science, Invalidenstr. 43, 10115 Berlin, GERMANY

Abstract.—Our recent surveys have generated new biological data on *Hyperolius nimbae* and *H. chlorosteus*, two little-known West African reedfrog species of conservation concern. During fieldwork at the eastern foothills of the Ivorian part of the Nimba Mountains, *H. nimbae* and *H. chlorosteus* individuals were found by acoustic and visual encounter surveys. In addition, various natural history data were recorded, including clutch size and egg-deposition sites. *Hyperolius nimbae* males were found at the edges of a permanent swamp. The area was dominated by cocoa and coffee plantations, and used in small-scale subsistence farming, i.e., growing plantains, cassava, and rice. A new locality is reported here for the species, but our surveys failed to confirm its presence at some previously known sites. The entire range of the species is now confined to a small, non-protected, human-impacted area. Under these conditions, this species is facing high extinction risk. *Hyperolius chlorosteus* was found in a patch of dense, broadleaf and evergreen primary forest at a mid-elevation along a torrent stream, and in a degraded lowland forest edging a large stream. The habitats of both species are suffering from forest degradation and deforestation along streams, so we urgently recommend the strict protection of the habitats of both species. Given these concerns, we suggest that the IUCN threat status of *H. nimbae* should be updated to Critically Endangered. Considering the large range of *H. chlorosteus*, the current IUCN categorization of this species as Least Concern seems to be correct. However, based on the fact that in Ivory Coast it only occurs in the westernmost parts of the country, several of the few known national populations have been lost, and the remaining forest habitats are declining, so we feel that *H. chlorosteus* should be regarded as Endangered nationally.

Keywords. Biodiversity hotspot, endemic, habitat protection, Mount Nimba Reedfrog, Threatened species, Upper Guinean forest area

Citation: Gongomin BA-I, Kouamé NG, Agoh KL, Kanga KP, Rödel M-O. 2022. New biological data for two rare reedfrog species, *Hyperolius nimbae* Laurent, 1958, and *H. chlorosteus* (Boulenger, 1915) (Anura: Hyperoliidae). *Amphibian & Reptile Conservation* 16(2) [General Section]: 88–103 (e318).

Copyright: © 2022 Gongomin et al. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License [Attribution 4.0 International (CC BY 4.0): <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>], which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited. The official and authorized publication credit sources, which will be duly enforced, are as follows: official journal title *Amphibian & Reptile Conservation*; official journal website: amphibian-reptile-conservation.org.

Accepted: 23 August 2022; Published: 24 October 2022

Introduction

Ivorian montane areas, such as Mount Péko, Mount Sangbé, and Mount Nimba, are small in extent but comprise a high diversity of amphibian species (e.g., Rödel 2003; Rödel and Ernst 2003; Kanga et al. 2021). Mount Nimba, in particular, hosts the richest amphibian fauna of West Africa including various rare and endemic species (Kanga et al. 2021; Rödel et al. 2021). For instance, this mountain is the only known region where the matrotrophic Nimba Toad, *Nimbaphrynoides occidentalis* (Angel, 1943), and the Mount Nimba Reedfrog, *Hyperolius nimbae* Laurent, 1958, are found.

The biology of *N. occidentalis* has been investigated in detail (Lamotte 1959; Lamotte and Sanchez-Lamotte 1999; Xavier 2009; Sandberger et al. 2010; Sandberger-Loua et al. 2017, 2018), and this toad is considered to be the flagship species for the conservation of the Nimba mountains (Hillers et al. 2008a; Sandberger-Loua et al. 2016).

Much less attention has been directed toward various other little-known amphibian species which are, nevertheless, of high conservation concern in Ivory Coast. These include, two notable reedfrogs, the Mount Nimba Reedfrog *Hyperolius nimbae* and the Large Green Reedfrog *H. chlorosteus* (Boulenger, 1915), for which

Correspondence. *ngoran_kouame@yahoo.fr

Gongomin et al.

we know very little concerning their life histories.

Hyperolius nimbae is currently classified as Endangered on *The IUCN Red List of Threatened Species* (IUCN 2021). It is endemic to the lowlands of the eastern slopes of the Ivorian part of Mounts Nimba. After Schiøtz (1967) last collected this frog on 28 July 1963, the species was only recently rediscovered by Kouamé et al. (2016). This species is rare throughout its limited range in some swamp forests near Danané (Schiøtz 1967; Kouamé et al. 2016; Kanga et al. 2021). By contrast, *H. chlorosteus* inhabits rainforests in Sierra Leone, Guinea, Liberia, and western Ivory Coast (Rödel et al. 2004; Channing and Rödel 2019) and is categorized as Least Concern on the IUCN Red List (IUCN 2021). Despite a broad distribution, *H. chlorosteus* is confined to the edges of rivers in primary lowland forests (Schiøtz 1967; Rödel and Glos 2019), and thus must be regarded as threatened in Ivory Coast due to the decline of those habitats. A previously known population in Lakota (south-central Ivory Coast; Schiøtz 1967) no longer exists, and more may have been lost due to deforestation. For instance, Ivorian records of *H. chlorosteus* have been published from the classified forests (managed forests) of Cavally and Haute Dodo (Rödel and Branch 2002), and the national parks of Mount Sangbé (Rödel 2003), Mount Péko (Rödel and Ernst 2003), and Taï (e.g., Ernst and Rödel 2008; Kpan et al. 2021), as well as from Mount Nimba (Kanga et al. 2021), which are all situated in the south-western part of the country. However, during a decade of conflict, the gallery forests in Mount Péko as well as both classified forests have been destroyed (NG Kouamé, pers. obs.). These losses restrict the remaining known Ivorian range of *H. chlorosteus* to the southern part of Mount Sangbé, the lowland forests of Mount Nimba, and the Taï National Park.

The aim of this study was to search for the persisting populations of *H. nimbae* and *H. chlorosteus* at Mount Nimba, and to collect additional data on the morphology, call characteristics, breeding sites, and potential threats for these poorly-known species.

Material and Methods

Study site. Fieldwork was conducted in the Mount Nimba Integrated Nature Reserve (MNINR: 07°25'–07°45'N, 008°20'–008°35'W; Fig. 1) during both the rainy and dry seasons, and was carried out on 84 days between 2 August 2019 and 8 July 2020. The MNINR covers 5,000 ha of various habitats ranging from altered and former forests in the lowlands, through dense, broadleaf and evergreen forests stretching from the lower to mid-elevations, and montane grasslands at the highest elevations (Lamotte et al. 2003a,b; Lauginie 2007). Mean annual temperatures vary from 22–27 °C on the mountain bases, and 16–21 °C on the mountain ridge. The rainy season extends from eight to nine months and is only interrupted by a short dry season from November/December to February/

March. The precipitation is highest on the mountain top, where it may reach up to 3,500 mm. During the dry season, the humidity is usually below 30%, but exceeds 80% in the rainy season (Lauginie 2007). The dry season is characterized by a warm, dry, and dusty wind known as Harmattan. For a detailed description of MNINR's amphibian fauna see Kanga et al. (2021).

Sampling. As previous research has shown that these two reedfrog species are only active at night (Kanga et al. 2021), searches took place from 1800–2200 h GMT. All searches were conducted by three people, totalling a search-effort of 1,008 person-hours. Search techniques focused on visual scanning of the terrain, supplemented by acoustic surveying to find the males, and examination of potential calling and breeding sites. Particular attention was given to searching the vegetation around and/or along forest streams and swamps. We investigated the area seven times per month and counted only individuals that were captured.

Hyperolius nimbae was found at one site at Yéalé, while *H. chlorosteus* was collected at one site at MNINR and another site at Yéalé. We visited each site 56 times in the rainy season and 28 times in the dry season (Table 1; Appendices 1 and 2). Frogs were photographed, measured, and sexed. To avoid re-counting frogs, individuals that were not collected were marked as vouchers by toe clipping following the recommendations of Grafe et al. (2011), and released at their respective sites of capture. Areas close to four villages (Dagbonpleu, Danipleu, Kouan-Houlé, and Zéalé), within the formerly known range of *H. nimbae*, were re-investigated seven times. These visits were in the rainy season, which is the presumed reproductive period of the species. We recorded potential threats to *H. nimbae* and *H. chlorosteus*, defined here as any anthropogenic activity that may negatively impact the two species and/or their habitats.

Although the panzootic chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* (*Bd*) seems to be absent from West Africa, west of the Dahomey Gap (Penner et al. 2013), newly sterilized equipment was always used at each site. Geographical coordinates were recorded with a GPS (datum: WGS84). A few vouchers were euthanized in a 1,1,1-trichloro-2-methyl-2-propanol hemihydrate (MS222) solution and thereafter preserved in 80% ethanol. These frogs are deposited in the research collection of NGK at the Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Ivory Coast, and will serve as the bases of a national reference collection and for research and teaching purposes.

Morphological characteristics and advertisement calls. Measurements of morphological features (in mm) were taken by one person (BAIG) with a dial calliper (accuracy ± 0.1 mm), and are given as means (\bar{X}) with standard deviations (SD). They comprise: snout-urostyle length, head width and length both at the level of jaw

Biology and conservation of *Hyperolius nimbae* and *H. chlorosteus*

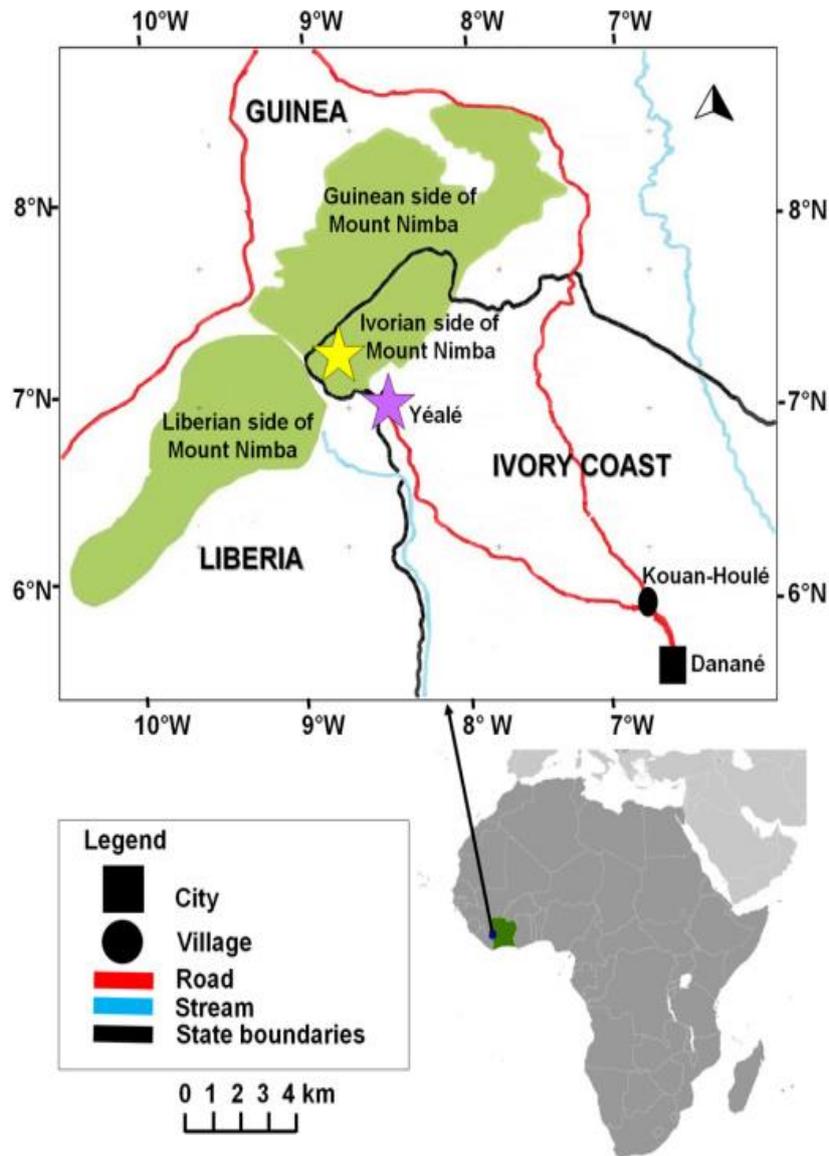


Fig. 1. Geographical location of the Mount Nimba Integrated Nature Reserve within the westernmost extension of Ivory Coast at the border crossing point with Guinea and Liberia. The altered forest area where *Hyperolius nimbae* and *H. chlorosteus* were found at Yéalé is represented by a purple star; the habitats of *H. chlorosteus* ranged from dense, broadleaf and evergreen forests from lower to mid-elevations (yellow star). The inset figure indicates the location of Ivory Coast (green patch) on the African continent.

articulation, interorbital space, distance between eye and nostril, distance from nostril to tip of snout, eye diameter, internarial distance, tympanum diameter, crus length, thigh length, and foot length including the tarsus and the longest toe.

Other characters recorded included color pattern variation following the definitions by Schiøtz (1967) and Channing and Rödel (2019). To ensure that clutches of *H. nimbae* and *H. chlorosteus* could not be confused with those of other sympatric reedfrogs, couples were collected and kept separately in a plastic terrarium (25 ×

15 cm, 16 cm depth) with water (8.5 cm) and submerged and floating vegetation until eggs were laid. Egg numbers and diameters (accuracy ± 0.1 mm) were determined for each clutch. For comparison, further *H. chlorosteus* clutch data collected between 1999 and 2001 in Tai National Park by MOR are also reported here.

Hyperolius nimbae was not included in a phylogeny of the genus (Portik et al. 2019), but is assumed to be a member of the *H. viridiflavus* complex (Schiøtz 1999; Channing 2022). Very recently, this was confirmed by genetic data, and it was shown to be the sister species to

Gongomin et al.

Table 1. Numbers of daily searches for *Hyperolius nimbae* and *H. chlorosteus*, during the 84-night period from 2 August 2019 to 8 July 2020, in Mount Nimba Integrated Nature Reserve and Yéalé.

	<i>Hyperolius nimbae</i>	<i>Hyperolius chlorosteus</i>	
Site of capture	Yéalé (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl)	MNINR (07°34.652'N, 008°24.966'W; 716 m asl)	Yéalé (07°31.932'N, 008°25.508'W; 387 m asl)
Number of visits during the rainy season	56	56	56
Number of visits during the dry season	28	28	28

the Central African *H. tuberculatus* (Kouamé et al. 2022). Nine sequential advertisement calls were collected from one male, in order to compare these data with those presented by Schiøtz (1967). Five advertisement calls were also recorded from a *H. chlorosteus* male.

All calls were recorded with a Huawei recorder (44.1 kHz sample ratio, 16 bits of resolution, FFT length = 256) and analyzed with the software Soundruler 0.9.6 (Gridi-Papp 2007; Köhler et al. 2017; Emmrich et al. 2020). For each advertisement call, the following measurements were recorded: call duration (s), dominant frequency (Hz), fundamental frequency (Hz), minimum frequency (Hz), maximum frequency (Hz), duration intervals between calls (s), duration intervals between notes (s), and overall frequency bandwidth (Hz).

Results

Observations on *H. nimbae*

Habitat, population size, and activity of *H. nimbae*.

The Mount Nimba Reedfrog was found only in the Yéalé village (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl) at the periphery of MNINR. Our efforts to confirm the species around village forests at Dagbonpleu, Danipleu, Kouan-Houlé, and Zéalé were unsuccessful. The forest areas formerly at these sites were destroyed and replaced by roads and new settlements. At Yéalé, the habitat comprised altered forest bordered by patches of bamboo, intact forests, degraded forests with large clearings, and thick grassy and shrubby vegetation around the settlement. Large parts of the village's surroundings were dominated by small-scale subsistence farming, mainly plantings of corn, cassava, plantains, cocoa, and coffee, as well as rice in swamps. During the entire study, the vegetation around swamps was checked at seven sites without detecting any sign of *H. nimbae*'s presence.

Specimens of *H. nimbae* were found only in a mixed cocoa and coffee plantation (including plantains) edging a large and deep pond (greater than 100 x 70 m; Fig. 2), where males started calling at dusk, usually around 1810 h GMT. Calling males were active in each month of our study and congregated in large choruses, particularly during the rainy season. Calling activity never stopped, but was low during the dry season, as indicated by the much lower numbers of frogs caught during that time

(Fig. 3). The calling males were mostly well concealed, perching between thick branches and leaves of cocoa and coffee trees at ~1.80–2.10 m above the ground. Throughout the study, a total of 305 frogs were captured (Fig. 3; Appendix 1). They comprised 277 individuals, including one couple, caught in the rainy season and 28 males caught in the dry season. Generally, additional calling males were inaccessible, calling from high up in tall trees close to the deep pond.

Sympatric amphibian species in Yéalé were the White-lipped Frogs *Ammirana* sp. "albolabris west", *Afrrixalus dorsalis*, *A. fulvovittatus*, *Hyperolius concolor*, *H. fusciventris fusciventris*, *H. picturatus*, *Phrynobatrachus gutturosus*, and *P. latifrons*, thus representing a typical composition of a farmbrush anuran community (Schiøtz 1967).

Morphology of *H. nimbae*.

We retained 13 males and one female *H. nimbae* as vouchers. Snout-urostyle lengths of the voucher males ranged from 28.8–35.0 mm (32.3 ± 1.8 mm), thus slightly exceeding the known range of *H. nimbae* (Schiøtz 1967). The head was slightly longer (12.0 ± 1.1 mm; range: 10.0–13.5 mm) than broad (10.8 ± 0.8 mm; range: 9.9–12.5 mm); interorbital space ranged from 5.0–7.5 mm (6.4 ± 0.7 mm); the distance between eye and nostril (2.1 ± 0.3 mm; range: 2.0–3.0 mm) approximated the distance from nostril to tip of snout (2.2 ± 0.3 ; range: 1.5–2.0 mm); eye diameter (4.6 ± 0.4 mm; range: 4.0–5.1 mm) was larger than internarial space (3.2 ± 0.3 mm; range: 3.0–4.0 mm) and tympanum diameter (2.3 ± 0.3 mm; range: 2.0–3.0 mm); crus length (16.5 ± 1.0 mm; range: 15.1–18.9 mm) slightly exceeded thigh length (15.0 ± 0.8 mm; range: 13.5–16.1 mm); and foot length including the longest toe ranged from 21.0–26.9 mm (23.1 ± 1.6 mm).

The female measured 34.0 mm SUL (Fig. 4A). Its head was slightly longer (14.0 mm) than broad (12.1 mm); the interorbital space reached 8.0 mm; the distance between eye and nostril (3.4 mm) was longer than the distance from nostril to tip of snout (1.8 mm); eye diameter (5.0 mm) was larger than internarial space (3.0 mm) and tympanum diameter (2.9 mm); crus length (18.0 mm) slightly exceeded thigh length (17.1 mm); and foot length including the tarsus and the longest toe reached 24.5 mm.

Mount Nimba reedfrogs have a brief and truncated

Biology and conservation of *Hyperolius nimbae* and *H. chlorosteus*



Fig. 2. Habitats of *Hyperolius nimbae* at the foothills of the Ivorian part of the Nimba Mountains. In Yéalé, the species was found in heavily degraded habitats at the edge of large swamps.

snout and rough to warty dorsal skin with a varied color pattern. The basic dorsal pattern varied from silver-grey to chocolate brown. The dark pattern on the back varied in intensity, but the general pattern was always similar and recognizable (Fig. 4). The female coloration was within the variation of the males (Fig. 4), but the discs on toes and fingers were more reddish than in most males (Fig. 4A). Likewise, the ventral color differed slightly between individuals, but the female was not different from the males (Fig. 5). However, instead of a dark

vocal sac and yellowish gular gland, the female had a white throat, with the edges beset by orange and black speckles. The armpits and inner parts of limbs including webbing were blood red (Fig. 5C). Some males had similarly reddish skin parts (Fig. 5A), areas which are used for water uptake, see Rödel (2000), whereas others had blue-grey skin instead (Fig. 5B).

Reproduction of *H. nimbae*. At Yéalé, a couple of *H. nimbae* in amplexus was captured on a *Raphia* Palm in

Gongomin et al.

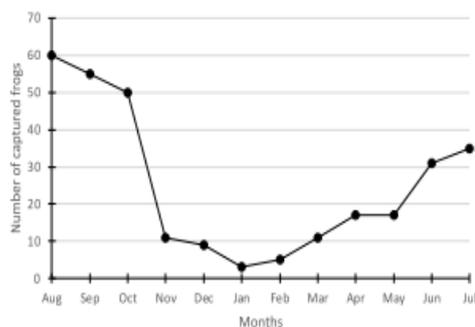


Fig. 3. Number of *Hyperolius nimbae* individuals recorded from 2 August 2019 to 8 July 2020 at Yéalé.

deeper water (> 1 m). The couple was placed into a terrarium, and the following morning, 227 eggs were found attached to a leaf above the water surface. The eggs had a dark and light green pole that was surrounded by a thin transparent jelly (Fig. 5D). Egg diameter varied from 1.6–2.5 mm, with a mean value of 1.99 mm (SD: ± 0.18 mm).

Vocalization of *H. nimbae*. The acoustic properties of nine advertisement calls of one *H. nimbae* male were analyzed (Fig. 6). *Hyperolius nimbae* call in a long, fast series of pulse groups (notes), thus confirming the call descriptions provided by Schiøtz (1967). The call duration averaged 2.77 ± 0.56 s (range: 1.89–3.25 s). The duration intervals between calls averaged 0.44 ± 0.23 s (range: 0.22–0.87 s, N = 8). Intervals between notes within each call were 0.15 ± 0.03 s (range: 0.09–3.48 s, N = 131). The mean fundamental frequency was 1,359.37 Hz (N = 9), while the dominant frequency reached 2,718.75 Hz (N = 9). The maximum frequency intensity was at 2,906.25 Hz (N = 9), and the minimum frequency intensity averaged 2,718.75 Hz (N = 9).

Threats to *H. nimbae*. We failed to confirm the species presence at all sites where we had recorded it only a few years before (see above). In addition, we observed various signs of habitat degradation in the habitats of *H. nimbae* at Yéalé. Aside from the close proximity to a human settlement, the frogs’ habitats were dominated by cocoa and coffee plants, and used for small-scale subsistence farming, i.e., plantains and cassava. Large parts of the breeding area of *H. nimbae* were used to establish rice paddies. Bamboo patches were steadily harvested by the local human population as construction materials. The rainforest edges were impacted by logging (Fig. 2).

Observations on *H. chlorosteus*

Habitat, population size, and activity of *H. chlorosteus*. Specimens of *H. chlorosteus* were found in MNINR in a patch of dense, broadleaf and evergreen primary forest at a mid-elevation along a torrent stream (07°34.652’N, 008°24.966’W; 716 m asl; Fig. 7A), as well as in a

degraded forest edging a large stream at Yéalé village (07°31.932’N, 008°25.508’W; 387 m asl; Fig. 7B). From April–November, the rainy season, a total of 341 *H. chlorosteus* were captured in the two sites, always at night along the streams (Fig. 8; Appendix 2). In the dry season, from December to March, no signs of the species’ presence were observed. Males started calling at around 1800 h GMT, most often after heavy rainfall. In a patch of primary forest, 327 calling males perched on leaves and branches of small shrubs at ~1.5–2.0 m height above the ground (e.g., Fig. 7C) were captured. The other recorded males were heard calling from very high up in tall trees along the forest stream. A few calling males (N = 11) were also found in a degraded forest, edging a large stream at Yéalé village (07°31.932’N, 008°25.508’W; 387 m asl; Fig. 7B). There, they called on shrubs, with the calling sites ranging from 1.80 m above the ground to much higher. Sympatric frogs were *Leptopelis macrotis*, *Hyperolius picturatus*, and White-lipped Frogs *Ammirana* sp. “albolabris west.”

Morphology of *H. chlorosteus*. The snout-urostyle lengths of 15 males, retained as vouchers, ranged from 31.5–35.0 mm (33.8 ± 1.3 mm), thus occurring within the known range of *H. chlorosteus* (Schiøtz 1967). The head was slightly longer (12.0 ± 0.1 mm; range: 12.0–12.2 mm) than broad (11.5 ± 0.7 mm; range: 10.5–13.0 mm); the interorbital space ranged from 5.9–7.2 mm (6.5 ± 0.4 mm); the distance between eye and nostril (3.0 ± 0.2 mm; range: 2.5–3.5 mm) was approximately twice the distance from nostril to tip of snout (1.4 ± 0.6; range: 0.6–2.4 mm); the eye diameter (5.1 ± 0.3 mm; range: 4.4–5.5 mm) was larger than internarial space (2.6 ± 0.4 mm; range: 2.1–3.0 mm) and tympanum diameter (2.8 ± 0.2 mm; range: 2.2–3.0 mm); the crus length (17.0 ± 0.7 mm; range: 15.4–18.1 mm) slightly exceeded the thigh length (15.9 ± 0.8 mm; range: 14.9–16.9 mm); and foot length including the longest toe ranged from 21.5–23.5 mm (22.2 ± 0.8 mm).

Two females measured 36.8 and 37.5 mm in SUL. As in the males, their heads were slightly longer (13.5 mm) than broad (13.2 mm); interorbital spaces were 7.0 and 7.2 mm; the distance between eye and nostril was longer (3.3 ± 0.3 mm; range: 3.1–3.5 mm) than the distance from nostril to tip of snout (1.9 ± 0.1 mm; range: 1.9–2.0 mm); the eye diameter (5.0 ± 0.1 mm; range: 5.0–5.1 mm) exceeded the internarial space (2.9 ± 0.1 mm; range: 2.9–3.0 mm) and tympanum diameter (2.9 ± 0.1 mm; range: 2.8–3.0 mm); the crus length (17.7 ± 0.3 mm; range: 17.5–17.9 mm) slightly exceeded thigh length (16.9 ± 1.5 mm; range: 15.9–18.0 mm); and foot length including the tarsus and longest toe ranged from 23.5–23.8 mm (23.6 ± 0.2 mm).

The color pattern of *H. chlorosteus* showed some variations (see Figs. 7 and 9), however, all were within the range known for the species (compare Schiøtz 1967; Rödel 2003; Channing and Rödel 2019).

Biology and conservation of *Hyperolius nimbae* and *H. chlorosteus*



Fig. 4. Dorsolateral views of the *Hyperolius nimbae* female (A) and males (B–H) from Yéalé, western Ivory Coast. Note the variation in coloration.

Reproduction of *H. chlorosteus*. One female perched on a broad leaf of a shrub overhanging a forest stream, at ~1.5 m height, was captured. Eggs were visible through its ventral skin (Figs. 7D and 9F). An amplexant couple was seen sitting on low vegetation in this site (Fig. 7E). This couple was placed in a terrarium and a clutch of 62 eggs was present the next morning. The eggs were attached to the glass above the water. They had beige and dark poles surrounded by a thin transparent capsule (Fig.

7F). Egg diameters varied from 2.0–2.5 mm, mean 2.2 mm (SD: ± 0.25 mm). The jelly of *H. chlorosteus* eggs is slightly opaque. Six additional *H. chlorosteus* clutches observed in Tai National Park, south-west of Ivory Coast, ranged from 54–122 eggs (86.2 ± 28.8 eggs; Table 2).

Vocalization of *H. chlorosteus*. Five advertisement calls were recorded from one male (Fig. 10). The calls were repeated 2–7 times (Fig. 10B). The acoustic impression

Gongomin et al.

Table 2. Data for *Hyperolius chlorosteus* clutches from Tai National Park, Ivory Coast.

Clutch number	Date	Number of eggs	Location of clutch	Remarks
1	14 March 1999	54	On tree above stream	None
2	16 March 1999	120	Attached to leaf, 2 m above stream	Clutch looks like a blackberry
3	16 March 1999	85	Attached to leaf, 2 m above stream	None
4	16 March 1999	65	1.4 m above stream	None
5	23 March 1999	122	Not recorded	Egg size 3–6 mm, nucleus 1.9–2 mm; clutch looks like a blackberry
6	4 February 1999	71	Clutch on stone covered with mosses above water	Egg size 3–6 mm, nucleus 2.2 mm; looks like a blackberry

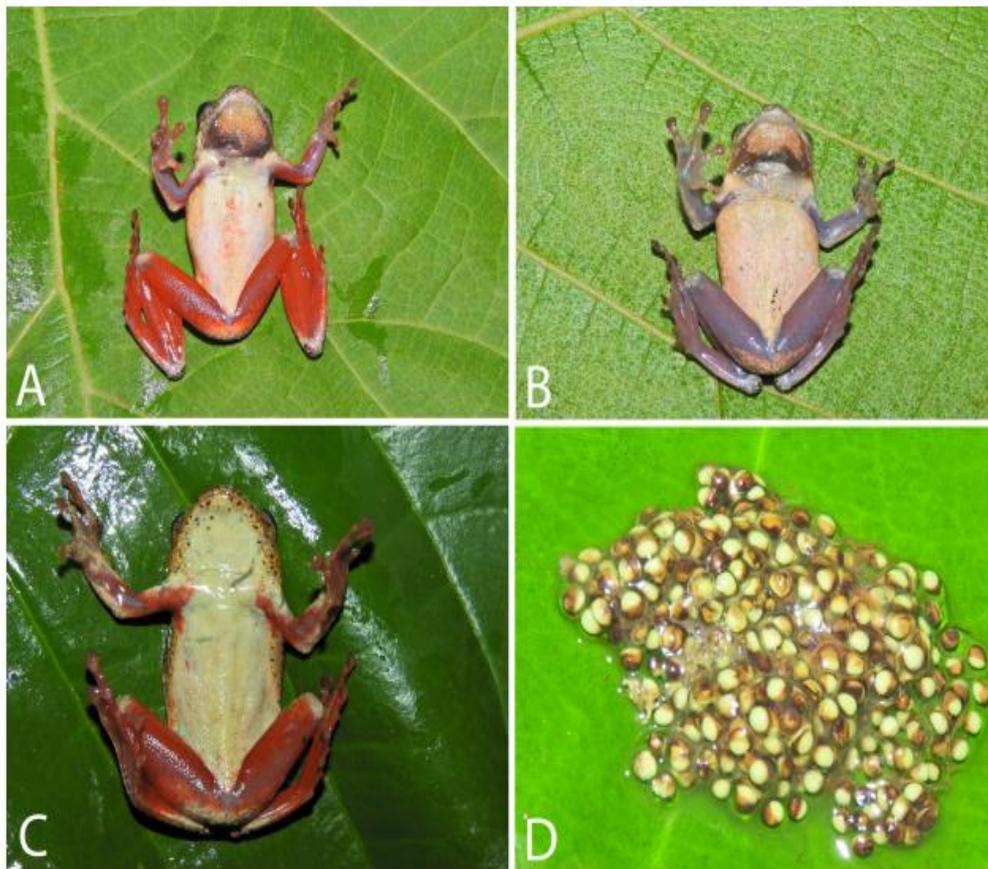


Fig. 5. Ventral views of *Hyperolius nimbae* males (A and B) and female (C) adults, and the eggs (D) from Yéalé, western Ivory Coast.

of the call is a low-pitched, far ranging metallic click with a mean duration of 0.87 ± 0.34 s (range: 0.51–1.41 s). The duration intervals between calls averaged 2.90 ± 1.27 s (range: 1.36–4.0 s, $N = 4$). The mean fundamental frequency was $1,303.12 \pm 83.85$ Hz (range: 1,265.62–1,453.12 Hz, $N = 5$), while the dominant frequency reached $2,606.3 \pm 167.70$ Hz (range: 2,531.25–2,906.25

Hz, $N = 5$). The maximum frequency intensity was at $2,643.75 \pm 167.70$ Hz (range: 2,531.25–2,906.25 Hz, $N = 5$), and the minimum frequency intensity averaged at $2,531.25 \pm 229.64$ Hz (range: 2,343.75–2,906.25 Hz, $N = 5$).

Threats to *H. chlorosteus*. Major threats to *H.*

Biology and conservation of *Hyperolius nimbae* and *H. chlorosteus*

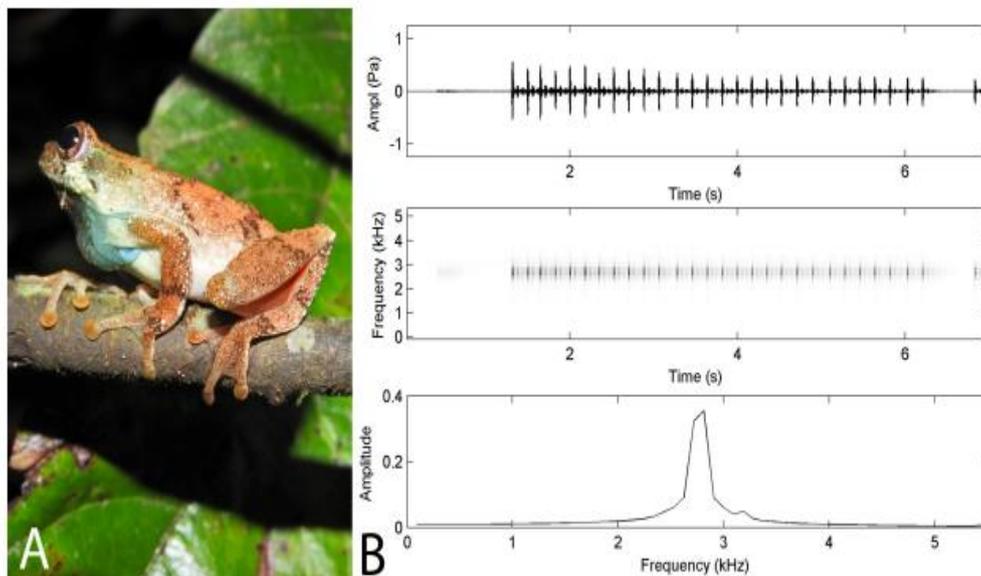


Fig. 6. (A) *Hyperolius nimbae* usually calls perched between branches and leaves of trees. (B) Waveform (above), spectrogram (center), and powerspectrum (below) of the advertisement calls of a *H. nimbae* male from Yéalé, western Ivory Coast.

chlorosteus were observed at Yéalé, where some forest pockets along streams had been cleared and converted to cocoa and coffee plantations, as well as rice cultivation.

Discussion

This study gathered new data on the biology and distribution of two rare reedfrog species, *Hyperolius nimbae* and *H. chlorosteus*, living in different forest habitats in the western Upper Guinea forest zone (Channing and Rödel 2019). *Hyperolius nimbae* has been documented only from a few individuals and populations on the Ivorian part of the Nimba Mountains (Schiotz 1967; Kouamé et al. 2016; Kanga et al. 2021), and little was known about its phenotypic variation, biology, and habitat requirements prior to this study. A recent study based on 16S rRNA sequences of members of the *H. viridiflavus* clade revealed that *H. nimbae* is a member of the *H. viridiflavus* clade and sister species to the Central African *H. tuberculatus* (Kouamé et al. 2022).

At Yéalé, a relatively large population of *H. nimbae* was found in patches of heavily degraded forest area, partly neighboring human settlements. This habitat fit well with the earlier habitat description, i.e., from the villages at Dagbonpleu, Danipleu, Kouan-Houlé, and Zéalé (Kouamé et al. 2016). However, an alarming result of this study is that due to ongoing development of the area, all formerly known sites have been destroyed, restricting the currently known range of *H. nimbae* to Yéalé alone.

Our morphological assessments of a larger number of individuals confirmed former descriptions, but slightly increased our knowledge about color variability (Schiotz 1967; Kouamé et al. 2016; Figs. 3 and 4). *Hyperolius nimbae* apparently is another reedfrog species that lacks

sex specific color dimorphism (compare Schiotz 1967; Veith et al. 2009; Portik et al. 2019). The new data herein also confirms previous descriptions of the advertisement calls of *H. nimbae* (Schiotz 1967). In contrast to most other *Hyperolius* (Schiotz 1967, 1999), *H. nimbae* males always produce a succession of continuous clicks and thus much longer calls.

Most *Hyperolius* species are “prolonged breeders” (Schiotz 1967, 1999; Lötters et al. 2004; Rödel et al. 2006; Kouamé et al. 2015). *Hyperolius nimbae* is no exception to that rule, with males calling during all months of the rainy season, usually at the edges of large and permanent water bodies. We documented the first known clutch for this species (Fig. 5D). The eggs were attached to a leaf above the water surface, a feature which is common to forest species within *Hyperolius*. Savannah dwelling *Hyperolius* species deposit eggs under water, most likely as a response to the higher desiccation risk (Rödel 2000). We take the egg deposition above water as a further hint that this species depends on forest, at least to some extent.

It remains a mystery why *H. nimbae* apparently tolerates degraded forests but only occurs in the Ivorian foothills of Mount Nimba, as comparable habitats are available beyond its range (Schiotz 1967). Most likely this species was trapped at these sites when the Nimba mountains were surrounded by savannah during drier periods, representing a refugium for the survival of forest species during unfavorable Pleistocene periods (Maley 1996).

The new *Hyperolius chlorosteus* data reported herein confirmed previous descriptions of the morphology and advertisement call (Schiotz 1967, 1999; Channing and Rödel 2019). This species is morphologically similar to

Gongomin et al.



Fig. 7. (A–B) Typical forest streams in the Mount Nimba Integrated Nature Reserve where *Hyperolius chlorosteus* breeds. A calling male (C), a female (D), a couple in amplexus (E), and their clutch (F) which was deposited on a leaf above a forest stream.

H. laurenti (from the eastern parts of the Upper Guinea forest zone; Schiøtz 1967, 1999; Channing and Rödel 2019), with which it also shares habitat requirements, i.e., perching on branches above small to medium-sized streams in primary or only slightly degraded forests, often at considerable height (Rödel et al. 2005; Kouamé et al. 2014). The breeding period of *H. chlorosteus* is confined to the rainy season, and clutches are attached at various heights on leaves, branches, and stones above flowing water.

The habitat characteristics of *H. chlorosteus*

encountered in MNINR were similar to those reported from previous sites, i.e., dense forests with streams or small rivers (Schiøtz 1967; Rödel 2003; Ernst and Rödel 2008). Unfortunately, some of the known Ivorian sites for *H. chlorosteus* no longer exist, such as Lakota (e.g., Schiøtz 1967), the Mount Péko National Park (Rödel and Ernst 2003), and the Cavally and Haute Dodo lowland forests in the western part of the country (Rödel and Branch 2002). In MNINR, the species was still found in abundance, but this study also registered the increasing and continuous degradation of its forest habitat.

Biology and conservation of *Hyperolius nimbae* and *H. chlorosteus*

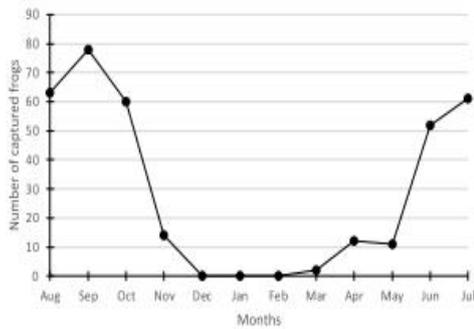


Fig. 8. Number of *Hyperolius chlorosteus* captured from 2 August 2019 to 8 July 2020 along lowland forest streams at Mount Nimba.

Conclusions and Threat Status

This study revealed the most viable and largest population of *H. nimbae* known thus far. However, it also revealed that formerly known sites are most likely gone, and the one reported herein might be the last site where the species is thriving. Amphibians currently have no official protection status in Ivory Coast, and no dedicated conservation policies apply to them. The only existing conservation measures for their protection are the designations of protected areas (Rödel et al. 2021). Unfortunately, the small pocket of forest zone where *H. nimbae* was found falls entirely within a non-protected area, and consequently it is exposed to increasing and



Fig. 9. Variation of color pattern of *Hyperolius chlorosteus* from Mount Nimba Integrated Nature Reserve, western Ivory Coast.

Gongomin et al.

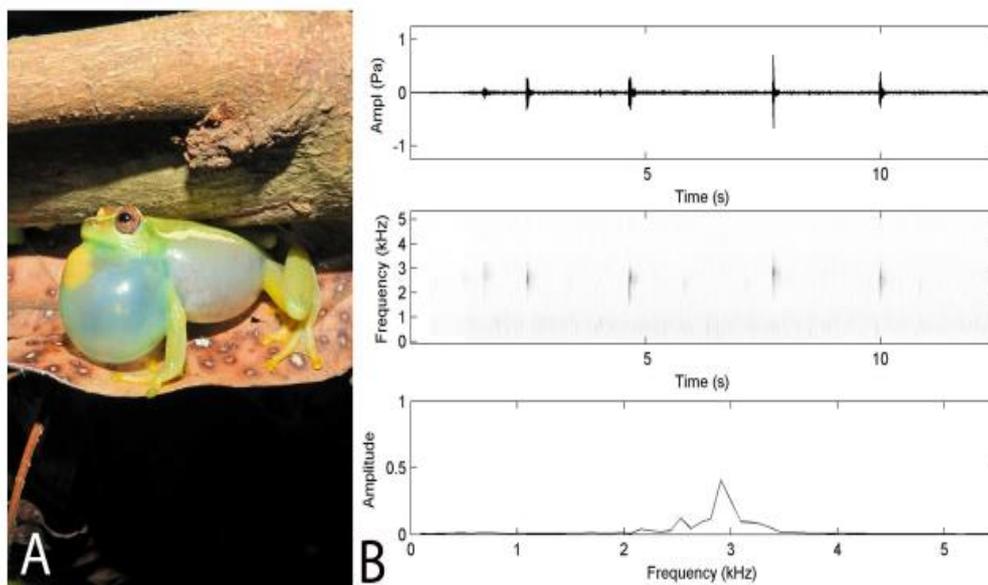


Fig. 10. Calling male of *Hyperolius chlorosteus* (A) with (B) waveform (above), spectrogram (centre) and powerspectrogram (below), of the species' advertisement call, from Mount Nimba Integrated Nature Reserve. Note that the data for five calls are shown.

ongoing human influence. This species is thus facing an alarming risk of extinction, and the long-term persistence of its population in the forthcoming years is unlikely. The most important conservation action would be the immediate protection of its habitat at Yéalé, possibly accompanied by the establishment of a captive rescue population. Currently, *H. nimbae* is classified as Endangered (IUCN 2017). However, based on *IUCN Red List of Threatened Species* criteria A1(a) (population decline directly observed, only one known population remaining), B1 (extent of occurrence less than 100 km²), and B2 (area of occupancy less than 10 km², a: only one population known, b: population globally declining), we believe that the threat status of this species should be updated to Critically Endangered.

The second study species, *H. chlorosteus*, is similarly exposed to habitat loss due to intensive deforestation. The few remaining primary forests on which it depends do not enjoy sufficient protection or sustainable management (e.g., Chatelain et al. 1996; Wood 2003; Bakarr et al. 2004). The MNINR, Mount Sangbé, and the lowland rainforest of Taï National Park remain the three known Ivorian sites of *H. chlorosteus* at present (Rödel 2003; Ernst and Rödel 2008; Kanga et al. 2021). The recent *IUCN Red List* (2020) classifies *H. chlorosteus* as Least Concern. Given its large range, that category appears to be correct. However, based on the facts that in Ivory Coast the species only occurs in the westernmost parts of the country, several of the few national populations are gone, and the remaining forest habitats are declining, we think that *H. chlorosteus* should be regarded as Endangered nationally.

In summary, we urgently recommend the strict protection of the habitats of both species.

Acknowledgments.—We are greatly indebted to the Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, and the Office Ivoirien des Parcs et Réserves, Direction de Zone Ouest, Côte d'Ivoire, for permitting the research. We would like to acknowledge the local populations of Danané villages for their hospitality, and are especially grateful for the support and collaboration from Paul Seu, elder of Kouan-Houlé. We thank Nicolas Granier, a conservationist of the Biotope Foundation France, for facilitating the relationships between the local people of Yéalé and our team. We are thankful to our local assistants and field guides Droh David Gueu and Zoda Alphonse Tokpa, for their invaluable help during the field expedition. Alan Channing and Lucinda Lawson improved our manuscript greatly with their constructive comments. We are grateful to Michael L. Grieneisen for his valuable comments.

Literature Cited

- Bakarr M, Oates JF, Fahr J, Parren M, Rödel MO, Demey R. 2004. Guinean forests of West Africa. Pp. 123–130 In: *Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. Editors, Mittermeier RA, Gil PR, Hoffmann M, Pilgrim J, Brooks T, Mittermeier CG, Lamoreux J, da Fonseca GAB. Conservation International and CEMEX, Washington, DC, USA. 390 p.
- Channing A. 2022. Color patterns to sequences: a perspective on the systematics of the *Hyperolius viridiflavus* group (Anura: Hyperoliidae) using mitochondrial DNA. *Zootaxa* 5134: 301–354.
- Channing A, Rödel MO. 2019. *Field Guide to the Frogs and other Amphibians of Africa*. Struik Nature, Cape

Biology and conservation of *Hyperolius nimbae* and *H. chlorosteus*

- Town, South Africa. 407 p.
- Chatelain C, Gautier L, Spichiger R. 1996. A recent history of forest fragmentation in south-western Ivory Coast. *Biodiversity and Conservation* 5: 37–53.
- Emmrich M, Vences M, Ernst R, Köhler J, Barej MF, Glaw F, Jansen M, Rödel MO. 2020. A guild classification system proposed for anuran advertisement calls. *Zoosystematics and Evolution* 96: 515–525.
- Ernst R, Rödel MO. 2008. Patterns of community composition in two tropical tree frog assemblages: separating spatial structure and environmental effects in disturbed and undisturbed forests. *Journal of Tropical Ecology* 24: 111–120.
- Grafe TU, Stewart MM, Lampert KT, Rödel MO. 2011. Putting toe clipping into perspective: a viable method for marking anurans. *Journal of Herpetology* 45: 28–35.
- Gridi-Papp M. (Editor). 2003–2007. SoundRuler: acoustic analysis for research and teaching. Available: <http://soundruler.sourceforge.net> [Accessed: 22 October 2013].
- Hilliers A, Loua NS, Rödel MO. 2008a. Assessment of the distribution and conservation status of the viviparous toad *Nimbaphrynoides occidentalis* on Monts Nimba, Guinea. *Endangered Species Research* 5: 13–19.
- Hilliers A, Veith M, Rödel MO. 2008b. Effects of forest fragmentation and habitat degradation on West African leaf litter frogs. *Conservation Biology* 22: 762–772.
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2017. *Hyperolius nimbae*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T56170A16926587.
- IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2020. *Hyperolius chlorosteus* (amended version of 2019 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2020: T56123A176499160.
- IUCN. 2021. *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-3*. International Union for the Conservation of Nature, Gland, Switzerland. Available: <https://www.iucnredlist.org> [Accessed: 4 June 2022].
- Kanga KP, Kouamé NG, Zogbassé P, Gongomin BAI, Agoh KL, Kouamé AM, Konan JCBYN, Adepo-Gourène AB, Gourène G, Rödel MO. 2021. Amphibian diversity of a West African biodiversity hotspot: an assessment and commented checklist of the batrachofauna of the Ivorian part of the Nimba Mountains. *Amphibian & Reptile Conservation* 15(1) [General Section]: 71–107 (e275).
- Kouamé NG, Adepo-Gourène AB, Konan JCBYN, Emmrich M, Penner J, Rödel MO. 2014. Second record of *Hyperolius laurenti* Schiøtz, 1967 (Anura: Hyperoliidae) in south-eastern Ivory Coast, with observations on the species' variability, call characteristics and habitat. *Herpetology Notes* 7: 59–65.
- Kouamé NG, Assemian NE, Tohé B, Adebà PJ, Gourène G, Rödel MO. 2016. Rediscovery of the Mount Nimba Reedfrog, *Hyperolius nimbae* Laurent, 1958, in western Ivory Coast (Anura: Hyperoliidae). *Herpetozoa* 29: 3–13.
- Kouamé NG, Gongomin BAI, Rödel MO, Channing A. 2022. The taxonomic status of *Hyperolius nimbae* Laurent, 1958 (Amphibia: Anura: Hyperoliidae). *Zootaxa* 5174: 596–599.
- Kouamé AM, Kouamé NG, Konan JCBYN, Adepo-Gourène AB, Rödel MO. 2015. Contributions to the reproductive biology and behaviour of the Dotted Reedfrog, *Hyperolius guttulatus*, in southern-central Ivory Coast, West Africa. *Herpetology Notes* 8: 633–641.
- Köhler J, Jansen M, Rodríguez A, Kok PJR, Toledo LF, Emmrich M, Glaw F, Haddad CFB, Rödel MO, Vences M. 2017. The use of bioacoustics in anuran taxonomy: theory, terminology, methods, and recommendations for best practice. *Zootaxa* 4251: 1–124.
- Kpan TF, Ernst R, Rödel MO. 2021. Follow the forest: slow resilience of West African rainforest frog assemblages after selective logging. *Forest Ecology and Management* 497: 119489.
- Lamotte M. 1959. Observations écologiques sur les populations naturelles de *Nectophrynoides occidentalis* (Family Bufonidae). *Bulletin Biologique* 4: 355–413.
- Lamotte M, Rougerie G, Roy R, Schnell R. 2003a. Le Nimba et ses principaux biotopes. *Mémoire du Muséum National d'Histoire Naturelle* 190: 29–50.
- Lamotte M, Roy R, Xavier F. 2003b. Les premiers temps de l'étude scientifique et de la protection du Nimba (1942–1978). *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle* 190: 11–27.
- Lamotte M, Sanchez-Lamotte C. 1999. Adaptation aux particularités climatiques du cycle biologique d'un anoure tropical, *Nectophrynoides occidentalis* Angel, 1943 (Bufonidae). *Alytes* 16(3–4): 111–122.
- Lauginie F. 2007. *Conservation de la Nature et Aires Protégées en Côte d'Ivoire*. Editions CEDA/NEI et Afrique Nature, Abidjan, Ivory Coast. 668 p.
- Lötters S, Schick S, Scheelke K, Teege P, Kosuch J, Rotich D, Veith M. 2004. Bio-sketches and partitioning of sympatric reedfrogs, genus *Hyperolius* (Amphibia; Hyperoliidae), in two humid tropical African forest regions. *Journal of Natural History* 38: 1,969–1,997.
- Maley J. 1996. The African rain forest: main characteristics of changes in vegetation and climate from the Upper Cretaceous to the Quaternary. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 104B: 31–73.
- Penner J, Adum GB, McElroy MT, Doherty-Bone T, Hirschfeld M, Sandberger L, Weldon C, Cunningham AA, Ohst T, Wombwell E, et al. 2013. West Africa - a safe haven for frogs? A sub-continental assessment of the chytrid fungus (*Batrachochytrium dendrobatidis*). *PLoS ONE* 8: e56236.
- Portik DM, Bell RC, Blackburn DC, Bauer AM, Barratt CD, Branch WR, Burger M, Channing A, Colston TJ,

Gongomin et al.

- Conradie W, et al. 2019. Sexual dichromatism drives diversification within a major radiation of African amphibians. *Systematic Biology* 68: 859–875.
- Rödel MO. 2000. *Herpetofauna of West Africa. 1. Amphibians of the West African Savanna*. Edition Chimaira, Frankfurt am Main, Germany. 335 p.
- Rödel MO. 2003. The amphibians of Mont Sangbé National Park, Ivory Coast. *Salamandra* 39: 91–112.
- Rödel MO, Adum GB, Aruna E, Asseman NE, Barej MF, Bell RC, Burger M, Demare G, Doherty-Bone T, Doumbia J, et al. 2021. Diversity, threats, and conservation of western and central African amphibians (Senegal, The Gambia, Guinea Bissau, Mali, Guinea, Sierra Leone, Liberia, Ivory Coast, Burkina Faso, Ghana, Togo, Benin, Nigeria, Niger, Cameroon, Gabon, São Tome and Principe, Equatorial Guinea, Central African Republic, Chad, Republic of the Congo, Democratic Republic of the Congo, northern Angola). Pp. 11–101 In: *Status and Threats of Afrotropical Amphibians – Sub-Saharan Africa, Madagascar, Western Indian Ocean Islands*. Amphibian Biology, Volume 11, Part 7. Editors, Heatwole H, Rödel MO. Edition Chimaira, Frankfurt am Main, Germany. 243 p.
- Rödel MO, Bangoura MA, Böhme W. 2004. The amphibians of south-eastern Republic of Guinea (Amphibia: Gymnophiona, Anura). *Herpetozoa* 17: 99–118.
- Rödel MO, Branch WR. 2002. Herpetological survey of the Haute Dodo and Cavally forests, western Ivory Coast, Part I: Amphibians. *Salamandra* 38: 213–232.
- Rödel MO, Ernst R. 2003. The amphibians of Marahoué and Mont Péko National Parks, Ivory Coast. *Herpetozoa* 16: 23–39.
- Rödel MO, Gil M, Agyei AC, Leaché AD, Diaz RE, Fujita MK, Ernst R. 2005. The amphibians of the forested parts of south-western Ghana. *Salamandra* 41: 107–127.
- Rödel MO, Glos J. 2019. Herpetological surveys in two proposed protected areas in Liberia, West Africa. *Zoosystematics and Evolution* 95: 15–35.
- Rödel MO, Lampert, KP, Linsenmair KE. 2006. Reproductive biology of the West African savannah frog *Hyperolius nasutus* Günther, 1864 (Amphibia: Anura: Hyperoliidae). *Herpetozoa* 19: 3–12.
- Sandberger L, Hillers A, Doumbia J, Loua NS, Brede C, Rödel MO. 2010. Rediscovery of the Liberian Nimba Toad, *Nimbaphrynoides liberiensis* (Xavier, 1978) (Amphibia: Anura: Bufonidae), and reassessment of its taxonomic status. *Zootaxa* 2355: 56–68.
- Sandberger-Loua L, Doumbia J, Rödel MO. 2016. Conserving the unique to save the diverse. Identifying key environmental determinants for the persistence of the viviparous Nimba toad in a West African World Heritage Site. *Biological Conservation* 198: 15–21.
- Sandberger-Loua L, Müller H, Rödel MO. 2017. A review of the reproductive biology of the only known matrotrophic viviparous anuran, the West African Nimba Toad, *Nimbaphrynoides occidentalis*. *Zoosystematics and Evolution* 93(1): 105–133.
- Sandberger-Loua L, Rödel MO, Feldhaar H. 2018. Gene-flow in the clouds: landscape genetics of a viviparous, montane grassland toad in the tropics. *Conservation Genetics* 19: 169–180.
- Schiötz A. 1967. The treefrogs (Rhacophoridae) of West Africa. *Spolia Zoologica Musei Haunienses* 25: 1–346.
- Schiötz A. 1999. *The Treefrogs of Africa*. Edition Chimaira, Frankfurt am Main, Germany. 351 p.
- Veith M, Kosuch J, Rödel MO, Hillers A, Schmitz A, Burger M, Lötters S. 2009. Multiple evolution of sexual dichromatism in African reed frogs. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 51: 388–393.
- Woods D. 2003. The tragedy of the cocoa pod: rent-seeking, land, and ethnic conflict in Ivory Coast. *The Journal of Modern African Studies* 41(4): 641–655.
- Xavier F. 2009. La belle histoire du petit crapaud vivipare du Mont Nimba. *Bulletin de la Société Zoologique de France* 134: 13–21.

Biology and conservation of *Hyperolius nimbae* and *H. chlorosteus*



Basseu Aude-Inès Gongomin is a Ph.D. candidate at the Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Ivory Coast). Her current research topic focuses on taxonomy, and the population ecology of endemic amphibians of the Ivorian part of the Nimba Mountains.



N'Goran Germain Kouamé is an Ivorian herpetologist and biologist. He is a Senior Lecturer at the Jean Lorougnon University (Daloa, Ivory Coast), and is also the current Chair of the West African region of the IUCN SSC Amphibian Specialist Group (ASG). He holds a Diploma and a Ph.D. in natural sciences from the Université d'Abobo-Adjamé (actually Université Nangui Abrogoua), Abidjan, Ivory Coast, where he used leaf-litter frogs (*Phrynobatrachus* spp.) as models to determine the conservation status of the Banco National Park, one of the rare remaining primary forests situated in the midst of a West African mega-city. His current research interests mainly focus on the taxonomy, ecology, distribution, and conservation of rare, threatened, and new amphibian species in Ivory Coast.



Konan Laurent Agoh is a postgraduate student at the Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Ivory Coast) with an M.Sc. in Herpetology. His research interest focuses on the diversity and ecology of amphibian assemblages in forest fragments of the valley of the Bandama River, an area which lies between Lamto Faunal Reserve (central Ivory Coast) and Azagny rainforest (southern Ivory Coast).



Kouassi Philippe Kanga is a recent graduate of the Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa, Ivory Coast) with a Ph.D. in Herpetology. His work emphasized amphibian diversity and its spatio-temporal dynamics in the Ivorian part of Mount Nimba. His research was under the direction of Dr. N'Goran Germain Kouamé, and aimed at linking amphibian assemblages with species function and assessing how species react in response to environmental changes in Mount Nimba.



Mark-Oliver Rödel works with his team at the Museum für Naturkunde, Berlin, Germany, where he is the Curator of Herpetology. He has studied the systematics, taxonomy, biogeography, and ecology of African amphibians for almost 30 years. With his group, comprising students from around the world, he currently runs projects in Germany, Ecuador, Guinea, Ivory Coast, Cameroon, and Mozambique. His special interest is on how species and ecological communities react to environmental changes. He has authored or co-authored about 400 scientific and popular publications, including several books.

Gongomin et al.

Appendix 1. Counts of *Hyperolius nimbae* individuals captured in a heavily degraded site (07°31.928'N, 008°25.401'W; 425 m asl) at Yéalé from 2 August 2019 to 8 July 2020.

	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul
Night 1	11	7	10	4	2	1	1	2	2	4	5	7
Night 2	7	5	8	2	0	1	1	3	1	2	3	6
Night 3	9	9	5	1	0	1	2	2	3	4	5	3
Night 4	10	10	7	1	3	0	1	1	4	1	5	1
Night 5	11	11	5	1	2	0	0	1	3	2	6	7
Night 6	6	7	9	1	0	0	0	1	2	3	6	5
Night 7	7	6	6	1	2	0	0	1	2	1	1	6
Total	61	55	50	11	9	3	5	11	17	17	31	35

Appendix 2. Counts of *Hyperolius chlorosteus* individuals captured along forest streams at Mount Nimba Integrated Nature Reserve (MNINR: 07°34.652'N, 008°24.966'W; 716 m asl) and Yéalé (07°31.932'N, 008°25.508'W; 387 m asl) from 2 August 2019 to 8 July 2020.

		Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul
Night 1	MNINR	9	10	8	0	0	0	0	0	0	0	8	6
	Yéalé	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Night 2	MNINR	7	9	7	1	0	0	0	0	1	0	9	7
	Yéalé	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Night 3	MNINR	9	13	6	1	0	0	0	0	4	3	5	9
	Yéalé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Night 4	MNINR	7	12	10	1	0	0	0	0	2	3	12	9
	Yéalé	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Night 5	MNINR	8	9	10	3	0	0	0	0	1	1	3	14
	Yéalé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Night 6	MNINR	7	9	8	5	0	0	0	1	0	1	8	9
	Yéalé	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Night 7	MNINR	9	13	9	3	0	0	0	1	4	3	7	7
	Yéalé	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		64	77	60	14	0	0	0	2	12	11	52	61

RESUME

La Réserve Naturelle Intégrale du Mont Nimba (RNIMN) est reconnue comme une zone de haute conservation du fait de sa richesse spécifique exceptionnelle et de sa diversité d'espèces endémiques d'amphibiens. Bien que ce groupe taxonomique de la RNIMN ait fait l'objet de certaines études, il existe des problèmes taxonomiques les concernant. La présente étude vise à fournir une description taxonomique complète et une meilleure connaissance de l'écologie des anoures endémiques à la région du Mont Nimba en vue de contribuer à une conservation durable de ces espèces. Pour atteindre cet objectif, nous avons réalisé neuf (9) transects rectangulaires dans différents habitats de la RNIMN pendant une période de 12 mois. Sur chaque transect, les échantillonnages ont été effectués pendant sept (7) heures au cours de neuf (9) jours sur chaque mois. La caractérisation physique du milieu a permis de distinguer, le système dit fermé renfermant les habitats humides et le système dit ouvert contenant les habitats humides et secs. Concernant le volet morphologique de cette étude, 12 descripteurs métriques ont permis de décrire les différentes espèces et de différencier les spécimens mâles et femelles de chaque espèce. Au niveau de la vocalisation, les coassements de chaque espèce ont été décrit et analysé. Ainsi, les valeurs des fréquences dominante et fondamentale moyennes les plus basses ont été observé chez *Kassina cochranae* (1843,8 Hz ; 921,9 Hz), tandis que, ces valeurs moyennes sont plus élevées chez *Ptychadena submascareniensis* (4640,6 Hz ; 2320,3 Hz). Pour la dynamique spatiale et temporelle des grenouilles, nous retenons que les sept espèces étudiées ont une préférence pour un type d'habitat particulier. Par ailleurs, les spécimens de chaque espèce étaient significativement plus abondants ($p = 0,00058$) en saison pluvieuse qu'en saison sèche. La température et l'humidité relative influencent la variation saisonnière de l'abondance des anoures dans la RNIMN. Cette étude est nécessaire dans la mesure où elle permettra aux gestionnaires de prendre toute décision concernant la conservation durable ces espèces.

Mots clés : Amphibiens endémiques, Côte d'Ivoire, Ecologie, Mont Nimba, Taxonomie.

ABSTRACT

The Mount Nimba Integral Nature Reserve (RNIMN) is recognised as a high conservation area due to its exceptional species richness and diversity of endemic amphibian species. Although this taxonomic group in the RNIMN has been studied, there are taxonomic problems concerning them. The present study aims to provide a complete taxonomic description and a better understanding of the ecology of anurans endemic to the Mount Nimba region in order to contribute to the sustainable conservation of these species. To achieve this objective, we conducted nine (9) rectangular transects in different habitats of the RNIMN over a period of 12 months. On each transect, sampling was carried out for seven (7) hours over nine (9) days in each month. The physical characterisation of the environment made it possible to distinguish between the so-called closed system containing wet habitats and the so-called open system containing wet and dry habitats. Concerning the morphological aspect of this study, 12 metric descriptors were used to describe the different species and to differentiate between male and female specimens of each species. In terms of vocalisation, the croaking of each species was described and analysed. Thus, the lowest average dominant and fundamental frequency values were observed in *Kassina cochranae* (1843.8 Hz; 921.9 Hz), while these average values are higher in *Ptychadena submascareniensis* (4640.6 Hz; 2320.3 Hz). For the spatial and temporal dynamics of the frogs, we find that all seven species studied have a preference for a particular habitat type. Furthermore, specimens of each species were significantly more abundant ($p = 0.00058$) in the rainy season than in the dry season. Temperature and relative humidity influence seasonal variation in anuran abundance in the RNIMN. This study is necessary as it will allow managers to make any decision regarding the sustainable conservation of these species.

Key words : Endemic amphibians, Ivory Coast, Ecology, Mount Nimba, Taxonomy.