REPUBLIQUE DU BENIN
****
UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI
****
FACULTE DES SCIENCES AGRONOMIQUES (FSA)
****
DEPARTEMENT D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DE L'ENVIRONNEMENT(DAGE)
****

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master Professionnel en Sciences Agronomiques

Spécialité : Biodiversité Informatique (6ème promotion)

Distribution spatiale de la loutre à cou tacheté (Hydrictis maculicollis) et de la loutre à joues blanches (Aonyx capensis) dans la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (Bénin) dans le contexte des changements climatiques en Afrique





Présenté et soutenu par Sènan Auriol Marcel GANSOU le 11 Mars 2025

Superviseure :

Dr (MC) Mireille TOYI

Co-superviseur :

Dr Ir. Achille HOUNKPEVI
Enseignant-Chercheur à l'Institut Supérieur Agronomique et Vétérinaire Valery Giscard d'Estaing de Faranah, Guinée

Composition du jury

Président : AHAMIDE Bernard, Professeur Titulaire

Rapporteur : Dr Mireille S. S. TOYI, Maître de Conférence

Examinateur 1 : Dr Gilbert ATINDOGBE, Maître de Conférence

Examinateur 2 : Dr Kourouma KOURA, Maître de Conférence

Mention : Très Bien avec les Félicitations du Jury

Année Universitaire : 2023-2024

REPUBLIC OF BENIN
****
UNIVERSITY OF ABOMEY - CALAVI
****
FACULTY OF AGRONOMICS SCIENCES (FSA)
****
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PLANNING AND MANAGEMENT (DAGE)
****

Thesis for the Professional Master's Degree in Agronomics Sciences

Specialization: Biodiversity Informatics (6th graduating class)

Spatial distribution of the spotted-necked otter (Hydrictis maculicollis) and the african clawless otter (Aonyx capensis) in the Lower Ouémé Valley Biosphere Reserve (Benin) in the context of climate change in Africa





Presented and supported by Sènan Auriol Marcel GANSOU on March 11, 2025

Supervisor :

Dr (MC) Mireille TOYI

Co-supervisor :

Dr Ir. Achille HOUNKPEVI
Professor and Researcher at the Valery Giscard d'Estaing Higher Institute of Agronomy and Veterinary Medicine in Faranah, Guinea

Composition of the jury

President : AHAMIDE Bernard, Full Professor

Rapporteur : Dr Mireille S. S. TOYI, Lecturer

Reviewer 1 : Dr Gilbert ATINDOGBE, Lecturer

Reviewer 2 : Dr Kourouma KOURA, Lecturer

Grade : Very Good with Honors

Academic Year: 2023-2024

Certification

Je soussignée, **Dr (MC) Mireille TOYI**, certifie que cette étude a été réalisée par **Sènan Auriol Marcel GANSOU**, sous ma supervision et la co-supervision du **Dr Ir. Achille HOUNKPEVI**, pour l'obtention du diplôme de Master Professionnel en Sciences Agronomiques, option : Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles avec une spécialisation en Biodiversité Informatique à la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC).

La présente certification est délivrée pour servir et valoir ce que de droit.



Dr (MC) Mireille TOYI

Dédicace

A mes sœurs Fifamè Milka et Yabo Naomie GANSOU

Remerciements

Si les ressources de la faune sauvage sont au cœur de cette étude, ce sont les ressources humaines qui, par leur collaboration et leur soutien, ont grandement contribué à son aboutissement. Je tiens à exprimer ma profonde et sincère gratitude à toutes celles et ceux qui m'ont accompagné dans cette aventure scientifique : mes superviseurs, mes parents, mes amis, ainsi que les guides de terrain qui m'ont efficacement orienté lors de la phase de collecte des données.

J'exprime toute ma profonde gratitude à mes superviseurs **Dr (MC) Mireille TOYI** et **Dr Achille HOUNKPEVI** pour avoir accepté de m'encadrer et de suivre entièrement la rédaction du présent mémoire.

Mes remerciements vont aussi à l'endroit de :

- Mes parents Gabriel GANSOU et Victorienne HOUNTONDJI pour leurs différentes contributions durant tout mon parcours ;
- Mes frères et sœurs qui ne cessent de me soutenir dans mes études ;
- Ma mémé Béatrice GOUDOU et ma tante Osnelle HOUANSOU pour le soutien qu'elles m'ont apporté tant sur le plan moral que sur le plan financier ;
- Notre cher Professeur Jean Cossi GANGLO, Coordonnateur du programme Master & PhD en Biodiversité Informatique du département d'Aménagement et de Gestion de l'Environnement de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi (FSA/UAC), pour ses efforts en vue de la réussite des activités dudit programme MBI ;
- Tous les enseignants de la FSA et particulièrement ceux du programme MBI pour leurs différents conseils et orientations ;
- M. Samson DOGNIMON pour tout le soutien qu'il ne cesse de m'apporter au quotidien ;
- Tous mes collègues de la 6ème promotion avec lesquels nous avions partagés de bons moments de labeur ;
- Tous les chefs de terre et mes guides de terrain notamment les pêcheurs qui ont énormément contribué à la collecte des données dans le cadre de mon étude ;
- Tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réussite de cette étude.

Table des matières

Certification ii

Dédicace iii

Remerciements iv

Table des matières v

Liste des tableaux viii

Liste des figures ix

Sigles, acronymes et abréviation x

Résumé xi

1- Introduction 1

1-1- Problématique de recherche 1

1-2- Objectifs 3

1-3- Hypothèses de recherche 3

2- Revue de littérature 4

2-1- Clarification de concepts 4

2-1-1- Biodiversité 4

2-1-2- Niche écologique 4

2-1-3- Modélisation de la niche écologique 4

2-1-4- Occurrence 4

2-1-5- Changements climatiques 5

2-1-6- ENMTML 5

2-1-7- Espèces indicatrices 5

2-1-8- Ethnozoologie 5

2-1-9- Relation entre la loutre à cou tacheté et la loutre à joues blanches 5

2-1-10- Services écosystémiques 6

2-2- Matériel biologique 6

2-2-1- Description des espèces 6

2-2-1-1- Description de la loutre à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*) : (Source : ManimalWorld) 6

2-2-1-2- Description de la loutre à joues blanches (*Aonyx capensis*) : (Source : ManimalWorld) 10

2-3- Présentation des liens fonctionnels existants entre les loutres à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*) et à joues blanches (*Aonyx capensis*) et justification de l'étude sur les deux espèces 14

3-1- Situation Géographique 14

3-2- Climat 16

3-3- Réseau hydrographique 16

- Fleuve Ouémé 16
- Rivière Sô 17
- Lac Nokoué 17
- Lagune de Porto-Novo 17

3-4- Sols et Végétations 17

3-5- Faune 18

3-6- Relief 18

- Plaines alluviales inondables 19
- Plateaux environnants 19

3-7- Traits humains et socio-culturels 19

4- Méthodes 19

4-1 Méthodologie pour l'étude ethnozoologique sur les loutres 19

4-1-1 Échantillonnage et collecte des données 19

4-1-2 Traitement statistique des données 22

4-2- Méthodologie pour la modélisation de la niche écologique de la loutre à cou tacheté et de la loutre à joues blanches 23

4-2-1- Collecte des données 23

4-2-1-1- Données d'occurrence 23

4-2-1-2- Variables environnementales 27
4-2-2- Traitement et gestion des données 29
4-2-2-1- Modélisation de la distribution des espèces 29
4-2-2-2- Analyses spatiales 30
4-3- Interaction des espèces *Hydrictis maculicollis* et *Aonyx capensis* dans le contexte des changements climatiques au Bénin 30
5- Résultats 31
5-1- Ethnozoologie des loutres (*H. maculicollis* et *A. capensis*) dans la RB-BVO 31
5-1-1- Appellation locale des loutres dans la RB-BVO 31
5-1-2- Indice de Connaissance Général des communautés locales sur les loutres 32
5-1-3- Usages des loutres et les services rendus aux communautés 32
5-1-4- Diversité des usages par ethnie 35
5-2- Distribution actuelle et future des habitats favorables aux deux espèces 36
5-2-1- Évaluations des modèles 36
5-2-2- Contribution des variables 37
5-2-3- Distribution actuelle et future des habitats favorables de *Hydrictis maculicollis* au Bénin 41
5-2-4- Distribution actuelle et future des habitats favorables de *Aonyx capensis* au Bénin 45
5-3- Caractérisation de l'interaction des espèces *Hydrictis maculicollis* et *Aonyx capensis* dans le contexte des changements climatiques au Bénin 49
5-3-1- Variation des aires favorables à *Hydrictis maculicollis* et *Aonyx capensis* 49
5-3-2- Distribution actuelle et future des habitats favorables de l'interaction des espèces *H. maculicollis* et *A. capensis* 50
6- Discussion 53
Références bibliographiques 60
ANNEXES 65

Liste des tableaux

Tableau 1 : Systématique de la loutre à cou tacheté 6
Tableau 2 : Systématique de la loutre à joues blanches 10
Tableau 3 : Répartition du nombre d'enquêtés par commune 21
Tableau 4 : Répartition des données d'occurrence par espèce et par source 24
Tableau 5 : Variables bioclimatiques sélectionnées pour chacune des deux espèces... **Erreur ! Signet non défini.**
Tableau 6 : Noms locaux des loutres par les différentes ethnies 31
Tableau 7: Usages des loutres dans la RB-BVO..... 33
Tableau 8 : Indices de Valeur d'Usage des organes par ethnie..... 35
Tableau 9 : Indice de diversité de Shannon des différentes ethnies..... 36
Tableau 10 : Performances des modèles de distribution pour *Hydrictis maculicollis* et *Aonyx capensis* 37
Tableau 11 : Contribution des variables au modèle de *Hydrictis maculicollis*..... 38
Tableau 12 : Contribution des variables au modèle de *Aonyx capensis* 40
Tableau 13 : Variation des aires favorables à *H. maculicollis* 41
Tableau 14 : Variation des aires favorables de *Aonyx capensis*..... 45
Tableau 15 : Tendances significatives dans l'évolution des zones favorables et non favorables à l'interaction écologique entre *A. capensis* et *H. maculicollis* 50

Liste des figures

Figure 1 : Loutre à cou tacheté (Source : Derek Keats – Flickr ; 2009) 7
Figure 2 : Répartition spatiale de *Hydrictis maculicollis* en Afrique 8
Figure 3 : Loutre à joues blanches (Parc national Kruger ; 2011) 11
Figure 4 : Répartition spatiale de *Aonyx capensis* en Afrique 12
Figure 5 : Localisation de la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé 15
Figure 6 : Distribution spatiale de *H. maculicollis* et de *A. capensis* au Bénin 26
Figure 7 : Fréquence relative (%) des citations des organes de loutre utilisés dans les communautés locales 32
Figure 8 : Tête de loutre (g) et patte de loutre (d) dans le marché de dépouille des animaux de Porto-Novo 35
Figure 9 : Courbes de Réponse des Variables de *Hydrictis maculicollis* 39
Figure 10 : Courbes de Réponse des Variables de *Aonyx capensis* 40
Figure 11 : Répartition actuelle des habitats favorables de *Hydrictis maculicollis* 42
Figure 12 : Projection de la distribution spatiale de *Hydrictis maculicollis* sous le scénario SSP-245 à l'horizon 2050 au Bénin 43
Figure 13 : Projection de la distribution spatiale de *Hydrictis maculicollis* sous le scénario SSP 585 à l'horizon 2050 au Bénin 44
Figure 14 : Répartition actuelle des habitats favorables de *Aonyx capensis* 46
Figure 15 : Projection de la distribution spatiale de *Aonyx capensis* sous le scénario SSP2-4.5 à l'horizon 2050 au Bénin 47
Figure 16 : Projection de la distribution spatiale de *Aonyx capensis* sous le scénario SSP5-8.5 à l'horizon 2050 au Bénin 48
Figure 17 : Distributions actuelle et future des habitats favorables de l'interaction des espèces *H. maculicollis* et *A. capensis* à l'horizon 2050. 52

Sigles, acronymes et abréviations

AUC : Area Under the Curve
CDB : Convention sur la diversité biologique
ENM: Ecological Niche Modeling
ENMTML: Ecological Niche Modeling Tools in Machine Learning
GBIF : Global Biodiversity Information Facility
GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GPS : Global Positioning System
ICG : Indice de Connaissance Général
IPCC : Intergovemental Panel on Climate Change
IVU : Indice de Valeur d'Usage
MCVDD : Ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable
MCVT : Ministère du Cadre de Vie et des Transports
RB-BVO : Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé
RCP : Representative Concentration Pathways
RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat
SIG : Système d'Information Géographique
SSP : Shared Socioeconomics Pathways
TSS : True Skill Statistic
UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature
VIF : Variance Inflation Factor

Résumé

La biodiversité joue un rôle fondamental dans l'équilibre des écosystèmes aquatiques, notamment à travers la présence d'espèces indicatrices comme les loutres. Au Bénin, *Hydrictis maculicollis* (loutre à cou tacheté) et *Aonyx capensis* (loutre à joues blanches) sont peu étudiées, bien qu'elles soient essentielles à la régulation des écosystèmes d'eau douce. Cependant, la pression anthropique et les changements climatiques menacent leurs habitats, imposant une meilleure compréhension de leurs interactions avec les communautés humaines et de leur réponse aux variations environnementales. Cette recherche vise à contribuer à la conservation de la loutre à cou tacheté et de la loutre à joues blanches dans le contexte des changements climatiques dans la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO) au Bénin. Les données ethnozoologiques ont été recueillies à travers des enquêtes structurées auprès de 384 personnes issues de six ethnies différentes. La taille de l'échantillon a été déterminée à l'aide de la formule de Dagnelie, garantissant une représentativité statistique des perceptions locales. L'analyse des Indices de Valeur d'Usage (IVU) révèle des différences significatives entre les ethnies pour certains organes des loutres, notamment la viande ($p < 0,001$) et les yeux ($p < 0,001$), selon le test de Kruskal-Wallis. L'indice de diversité de Shannon (H') varie de 2,64 (Goun) à 3,15 (Tori), indiquant une diversité relativement homogène des usages entre ethnies. Ces résultats ont révélé que, bien que certaines variations existent, elles ne sont pas toujours statistiquement marquées, témoignant de pratiques culturelles et d'échanges de savoirs similaires entre les groupes ethniques. Par ailleurs, la modélisation des niches écologiques avec Maxent, basée sur des données d'occurrences et des variables bioclimatiques a montré que la répartition actuelle des loutres est fortement influencée par l'amplitude thermique annuelle (*BIO2*) et l'isothermie (*BIO3*) pour les deux espèces. *Hydrictis maculicollis* est également influencée par la température du trimestre le plus humide (*BIO8*) et les prélèvements du trimestre le plus sec (*BIO18*), tandis que *Aonyx capensis* est plus sensible aux prélèvements du mois le plus sec (*BIO9*) et aux prélèvements saisonniers (*BIO14*). Les projections climatiques pour 2050, sous les scénarios SSP2-4.5 et SSP5-8.5 ont indiqué une réduction significative des habitats favorables, altérant les risques de chevauchement spatial et de compétition entre les deux espèces. Ces résultats ont souligné la nécessité d'intégrer les savoirs locaux dans les stratégies de conservation et de développement des mesures de gestion adaptatives pour limiter l'impact des changements climatiques sur ces espèces indicatrices des écosystèmes aquatiques.
Mots-clés : biodiversité, loutres, RB-BVO, valeurs ethnozoologiques, diversité culturelle, modélisation de niches, conservation.

Abstract

Biodiversity plays a fundamental role in maintaining the balance of aquatic ecosystems, particularly through the presence of indicator species such as otters. In Benin, *Hydrictis maculicollis* (spotted-necked otter) and *Aonyx capensis* (African clawless otter) remain understudied despite their crucial role in regulating freshwater ecosystems. However, anthropogenic pressure and climate change threaten their habitats, making it essential to better understand their interactions with human communities and their response to environmental variations. This research aims to contribute to the conservation of the spotted-necked otter and the african clawless otter in the context of climate change in the Lower Ouémé Valley Biosphere Reserve (RB-BVO) in Benin. Ethnozoological data were collected through structured interviews with 384 individuals from six different ethnic groups. The sample size was determined using Dagnelie's formula to ensure statistical representativeness of local perceptions. The analysis of the Use Value Indices (IVU) reveals significant differences between ethnic groups in the use of certain otter body parts, particularly meat ($p < 0.001$) and eyes ($p < 0.001$), according to the Kruskal-Wallis test. The Shannon diversity index (H') ranges from 2.64 (Goun) to 3.15 (Tori), indicating a relatively homogeneous diversity of uses among ethnic groups. These results revealed that, while variations exist, they are not always statistically significant, reflecting similar cultural practices and knowledge exchanges among ethnic groups. Furthermore, ecological niche modelling with Maxent, based on occurrence data and bioclimatic variables, has shown that the current distribution of otters is strongly influenced by annual thermal amplitude (BIO2) and isothermicity (BIO3) for both species. *Hydrictis maculicollis* is also influenced by temperature during the wettest quarter (*BIO8*) and precipitation during the driest quarter (*BIO18*), while *Aonyx capensis* is more sensitive to precipitation during the driest month (*BIO9*) and seasonal precipitation (*BIO14*). Climate projections for 2050, under the SSP2-4.5 and SSP5-8.5 scenarios, indicated a significant reduction in favourable habitats, increasing the risks of spatial overlap and competition between the two species. These results highlighted the need to integrate local knowledge into conservation strategies and develop adaptive management measures to limit the impact of climate change on these aquatic ecosystem indicator species..

Keywords : biodiversity, otters, RB-BVO, ethnozoological values, cultural diversity, niche modeling, conservation

1- Introduction

1-1- Problématique de recherche

La biodiversité est une composante essentielle de la nature pour le fonctionnement des écosystèmes et constitue le fondement de la vie humaine et de l'activité économique (Konaté and Kampmann, 2010). Les espèces, en tant que composantes fondamentales de la biodiversité, jouent un rôle central dans le maintien des équilibres écologiques (Mace, 2004). Toutefois, ces espèces sont en déclin, et les menaces pesant sur elles augmentent considérablement. Aujourd'hui, l'érosion de la biodiversité est un problème majeur. D'après l'Union Internationale pour le Conservation de la Nature (UICN, 2019), 25 % des espèces de mammifères et 14 % des espèces d'oiseaux sont directement menacées d'extinction. Par ailleurs, la première évaluation mondiale complète des espèces de poissons d'eau douce révèle que 25 % d'entre elles (3 086 des 14 898 espèces évaluées) sont en danger (UICN, 2023). Ces pertes sont attribuées à l'explosion démographique, au développement économique rapide du XXe siècle ayant conduit à une exploitation intensive des ressources naturelles (FAO, 2010), ainsi qu'aux changements climatiques, notamment la baisse des débits des cours d'eau, l'élévation du niveau de la mer entraînant la remontée d'eau salée dans les fleuves, et les modifications des saisons (UICN, 2023). En ce qui concerne les groupes biologiques moins étudiés, il est estimé que 25 à 50 % de toutes les espèces pourraient disparaître d'ici à la fin du siècle si aucune mesure adaptée n'est prise (Barbault, 2008).

En Afrique de l'Ouest, la surexploitation constitue une menace majeure pour la faune sauvage, une ressource traditionnelle importante pour la nourriture, les revenus et la culture (Ntiamoa-Baidu, 1987). Plus de 62 % de la population rurale africaine dépend des divers écosystèmes naturels pour répondre à ses besoins en nourriture, en eau, en énergie et en santé (ACSS, 2022). Au Bénin, la biodiversité fournit une gamme variée de biens et services essentiels aux populations locales, qui en dépendent fortement. Cependant, cette biodiversité subit d'intenses pressions anthropiques, telles que la déforestation, les feux de brousse, la pollution des eaux, le braconnage, l'introduction d'espèces exotiques envahissantes et le surpâturage (Biaou, 2019 ; PNUD, 2009). Ces activités humaines constituent les principaux facteurs de dégradation des écosystèmes forestiers (Inoussa *et al.,* 2013). Pour lutter contre ces pertes, plusieurs aires protégées et réserves ont été créées avec pour objectif premier la conservation de la composition, de la structure, des fonctions et du potentiel évolutif de la biodiversité (Dudley, 2008). Toutefois, ces efforts de conservation ont souvent mis l'accent sur la grande faune, au

détriment des petits mammifères tels que les loutres, qui sont moins pris en compte dans les politiques de gestion (Di, 2004 ; Sogbohossou, 2006).

Les loutres, appartenant à la famille des Mustélidés, sont des mammifères aquatiques fascinants qui habitent divers environnements aquatiques, notamment les rivières, les lacs et les zones humides (Reed-Smith *et al.,* 2010). Sur les treize espèces de loutres recensées dans le monde, quatre sont présentes en Afrique : la loutre eurasienne (*Lutra lutra*), la loutre à cou tacheté (*Hydrictis macullicolis*), la loutre à joues blanches (*Aonyx capensis*) et la loutre à joues blanches du Congo (*Aonyx congicus*). Ces espèces, bien que vitales pour l'équilibre des écosystèmes aquatiques, sont chassées pour leur viande, leurs peaux et des usages médicinaux (De Luca *et al.,* 2018 ; Reed-Smith *et al.,* 2010 ; Mgomo et Reed-Smith, 2020). En tant qu'espèces indicatrices de la qualité des eaux, leur présence reflète des écosystèmes aquatiques sains, caractérisés par une eau claire, non polluée et riche en poissons (Reed-Smith, 2010 ; d'Inzillo Carranza et Rowe-Rowe, 2013). Au niveau mondial, les loutres à cou tacheté et à joues blanches sont répertoriées comme quasi menacées sur la liste rouge de l'UICN (2020) en raison de diverses pressions anthropiques, telles que la dégradation de leurs habitats, la pollution des cours d'eau et la persécution directe (Reed-Smith *et al.,* 2021 ; Jacques *et al.,* 2021). Cependant, au niveau national, la situation est plus critique. La liste rouge du Bénin classe la loutre à cou tacheté comme Vulnérable (VU) et la loutre à joues blanches comme en Danger (EN), reflétant une plus grande sensibilité à ces pressions dans les écosystèmes aquatiques du pays (Djagoun *et al.,* 2011). Ces distinctions mettent en lumière la nécessité d'entreprendre des études approfondies et d'agir concrètement pour préserver ces deux espèces au Bénin. Malgré leur importance écologique, les recherches sur ces espèces au Bénin restent limitées, se concentrant principalement sur les aspects culturels et économiques de la loutre à cou tacheté (Akpona *et al.,* 2007) et sur sa répartition dans la basse vallée de l'Ouémé (Dognimon *et al.,* 2019). Ces études révèlent une forte persécution de ces espèces en raison de croyances magico-thérapeutiques et de conflits avec les pêcheurs (Akpona *et al.,* 2007). Toutefois, aucune étude n'a exploré les interactions avec leurs niches écologiques. Dans ce contexte, la modélisation des niches écologiques de ces deux espèces, dans un contexte de changements climatiques, permettrait de mieux comprendre leurs interactions, d'identifier les habitats critiques et de proposer des stratégies de gestion durable des écosystèmes aquatiques. Cette étude vise à répondre aux questions suivantes : 1) Quelles sont les valeurs ethnozoologiques des loutres à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*) et à joues blanches (*Aonyx capensis*) pour les populations locales autour de la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO) au Bénin?

2) Quelles sont les distributions spatiales actuelles et futures de ces deux espèces dans la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO) au Bénin ? 3) Quelles sont les interactions existantes entre leurs distributions spatiales ? À la lumière de ces constats, le présent mémoire est structuré en cinq chapitres. Le premier chapitre est consacré à l'introduction générale du sujet, incluant la problématique, les objectifs, les hypothèses, ainsi que l'intérêt de l'étude. Le deuxième chapitre présente l'état des connaissances à travers une revue de la littérature. Le troisième chapitre décrit le cadre de l'étude et la méthodologie utilisée. Le quatrième chapitre expose les résultats obtenus et leur interprétation. Enfin, le cinquième chapitre regroupe la discussion générale, les conclusions tirées de l'étude, ainsi que les recommandations pour une meilleure conservation des loutres dans la RB-BVO.

1-2- Objectifs

✓ Objectif général

Le présent travail a pour objectif général de contribuer à la conservation de la loutre à cou tacheté et de la loutre à joues blanches dans le contexte des changements climatiques dans la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO) au Bénin.

✓ Objectifs spécifiques

Plus spécifiquement, il s'est agi de :

Objectif spécifique 1 : Analyser les perceptions des populations riveraines de la Basse Vallée de l'Ouémé sur les connaissances ethnozoologiques de la loutre à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*) et de la loutre à joues blanches (*Aonyx capensis*) ;

Objectif spécifique 2 : Identifier les habitats favorables en vue de leur conservation durable à travers la cartographie des aires de répartition potentielle (présente et future) des espèces dans la RB-BVO au Bénin à l'horizon 2050 ;

Objectif spécifique 3 : Analyser l'interaction entre les distributions spatiales présentes et futures des deux espèces de loutres dans la RB-BVO au Bénin afin de mieux orienter les stratégies pour leur conservation.

1-3- Hypothèses de recherche

Les hypothèses à vérifier dans le cadre de ce travail de recherche sont formulées en fonction de chaque objectif spécifique et se présentent comme suit :

H_1 : Le groupe ethnique Wémè présente une connaissance ethnozoologique plus approfondie et des formes d'utilisation plus diversifiées des loutres à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*) et à joues blanches (*Aonyx capensis*), comparativement aux autres groupes ethniques de la RB-BVO.

H_2 : Les projections climatiques à l'horizon 2050 (scénarios SSP2-4.5 et SSP5-8.5) entraîneront une réduction significative des aires d'habitat favorables pour *Hydrictis maculicollis* et *Aonyx capensis* au Bénin.

H_3 : Il existe une complémentarité entre les distributions spatiales présentes et futures des espèces cibles permettant une coexistence sans compétition intense pour les ressources.

2- Revue de littérature

2-1- Clarification de concepts

2-1-1- Biodiversité

La biodiversité, ou diversité biologique, désigne l'ensemble des organismes vivants, la variabilité génétique au sein des espèces, ainsi que la diversité des écosystèmes et des interactions écologiques qui les composent. Elle est essentielle au maintien des services écosystémiques, tels que la régulation du climat, la purification de l'eau et la pollinisation, qui soutiennent le bien-être humain et la résilience environnementale (IPBES, 2019).

2-1-2- Niche écologique

La niche écologique d'une espèce correspond à l'ensemble des conditions environnementales, des ressources et des interactions biotiques qui déterminent sa survie, sa reproduction et sa distribution dans un écosystème. Elle comprend la niche fondamentale, qui représente l'espace écologique optimal en l'absence de contraintes, et la niche réalisée, qui reflète les conditions réellement exploitées en présence de compétition et de pressions environnementales (Soberón and Nakamura, 2009).

2-1-3- Modélisation de la niche écologique

La modélisation de la niche écologique est une approche analytique visant à prédire la distribution géographique potentielle d'une espèce en fonction de ses exigences écologiques (Elith and Leathwick, 2009). Elle repose sur l'utilisation de données d'occurrence et de variables environnementales pour établir une corrélation statistique entre ces éléments. Cette méthode permet de mieux comprendre les impacts des changements climatiques et de planifier des mesures de conservation.

2-1-4- Occurrence

L'occurrence fait référence à la présence confirmée ou supposée d'une espèce à un endroit donné et à un moment précis. Elle est souvent utilisée comme base pour construire des modèles de distribution d'espèces (MaxEnt, ENMTML) en écologie. Les données d'occurrence

proviennent généralement d'observations directes, de bases de données, ou d'inférences (Elith *et al.*, 2009).

2-1-5- Changements climatiques

Les changements climatiques désignent “les transformations à long terme du climat de la Terre qui réchauffent l’atmosphère, les océans et les terres. Ils affectent l’équilibre des écosystèmes qui soutiennent la vie et la biodiversité, et a un impact sur la santé. Ils provoquent également des phénomènes météorologiques plus extrêmes, tels que des ouragans, des inondations, des vagues de chaleur et des sécheresses plus intenses et/ou plus fréquentes, et entraîne une élévation du niveau de la mer et une érosion côtière en raison du réchauffement des océans, de la fonte des glaciers et de la disparition des nappes glaciaires” (UNDP Climate Promise, 2023).

2-1-6- ENMTML

ENMTML (Ecological Niche Modeling Tools in Machine Learning) est un outil de modélisation utilisant des techniques d’apprentissage automatique. Il est conçu pour automatiser les étapes de la modélisation de niche écologique, de la préparation des données à la projection des modèles (Andrade *et al.*, 2020).

2-1-7- Espèces indicatrices

Une espèce indicatrice est une espèce dont la présence, l’abondance ou l’état de santé dans un habitat reflète la qualité des conditions environnementales. Les loutres, en raison de leur dépendance aux habitats aquatiques de qualité, sont considérées comme des espèces indicatrices, révélant l’état des écosystèmes aquatiques et la disponibilité des ressources essentielles comme les poissons (Reed-Smith, 2010).

2-1-8- Ethnozoologie

L’ethnozoologie est une discipline qui explore les interactions entre les populations humaines et les animaux dans leurs environnements culturels et naturels (Posey, 1986). Elle s’intéresse aux usages, aux croyances et aux savoirs locaux liés aux animaux. Dans le contexte de cette étude, elle permettra de mieux comprendre l’importance des loutres à cou tacheté et à joues blanches pour les communautés locales, tant sur le plan culturel qu’économique.

2-1-9- Relation entre la loutre à cou tacheté et la loutre à joues blanches

Ces deux espèces partagent des habitats similaires et peuvent entrer en compétition pour les ressources. Cependant, leurs niches écologiques semblent complémentaires : l'une étant plus

spécialisée dans les habitats riverains tandis que l'autre explore des zones plus variées (Jacques *et al.*, 2021).

2-1-10- Services écosystémiques

Les services écosystémiques incluent les bénéfices que les humains tirent des écosystèmes, tels que la régulation de l'eau, la fourniture de nourriture, et la valeur culturelle. Les loutres, en tant qu'espèces indicatrices, jouent un rôle clé dans le maintien de ces services (Reed-Smith, 2010).

2-2- Matériel biologique

Le matériel biologique de cette étude est constitué des espèces ciblées, à savoir : la loutre à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*) et la loutre à joues blanches (*Aonyx capensis*).

2-2-1- Description des espèces

2-2-1-1- Description de la loutre à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*) : (Source : ManimalWorld)

- **Systématique**

La loutre à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*), espèce décrite pour la première fois par Martin Lichtenstein en 1835, appartient à l'ordre des Carnivora et à la famille des Mustelidae. Sa position taxonomique est détaillée dans le tableau 1 ci-après :

Tableau 1 *:* Systématique de la loutre à cou tacheté

Règne	Animalia
Embranchement	Chordata
Classe	Mammalia
Ordre	Carnivora
Famille	Mustelidae
Genre	Hydrictis
Nom scientifique	*Hydrictis maculicollis*
Nom commun	Loutre à cou tacheté
Descripteur	Martin Lichtenstein, 1835

- **Description de l’espèce**

La loutre à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*) (Figure 1) est une espèce de loutre appartenant à la famille des mustélidés (Mustelidae). Elle est l'unique membre du genre Hydrictis. Autrefois, ce mammifère était classé parmi les espèces du genre Lutra avant d'être reclassé dans un genre distinct. Elle mesure en moyenne 1,1 m de long et pèse environ 6 kg. Le dimorphisme sexuel est présent chez cette espèce, les femelles étant plus petites, plus légères et moins musclées que les mâles. Cette loutre est élégante et mince. Elle est caractérisée par des orteils fortement palmés, des griffes bien développées, et une queue relativement longue. La fourrure peut être de couleur très variable, mais elle est généralement brune foncé, avec des taches et des stries distinctives de couleur plus pâle sur la gorge et le cou. Les dents sont assez petites. Elles sont spécialisées pour manger du poisson, plutôt que des crustacés, contrairement à celles de la loutre à joues blanches. Cependant, dans les régions les moins riches en poissons où elle réside, ces derniers ainsi que les crabes et les grenouilles constituent le régime alimentaire dans des proportions à peu près égales. La position taxonomique de cette espèce n'est pas encore très claire.



Figure 1 : Loutre à cou tacheté (Source : Derek Keats – Flickr ; 2009)

- Habitat

La loutre à cou tacheté se reproduit dans tous les pays au sud du Sahara, du Sénégal à l’Éthiopie et au sud vers les provinces du Cap où elle a un habitat convenable. La distribution est importante, mais avec quelques déclins locaux. La loutre à cou tacheté est un animal très aquatique. Ses besoins en sources d'eau permanentes avec des densités de poissons élevés sont primordiales pour sa survie. Elle préfère les grandes rivières, les lacs et les marais avec des zones d'eau libre. Elle vit dans des tanières qui se trouvent à proximité de ces sources d'eau.

Parce qu'elle chasse principalement par la vue, la loutre à cou tacheté a besoin d'eau claire non polluée où il y a de nombreux petits poissons permettant d'assurer sa survie. Les longs roseaux, les hautes herbes et les arbustes sont indispensables pour un habitat optimum. La figure 2 ci-dessous présente la répartition spatiale de la loutre à cou tacheté en Afrique. Il ressort de cette figure que la loutre à cou tacheté est présente dans plusieurs régions d'Afrique à l'exception de l'Afrique du nord et d'une portion de la côte Est.

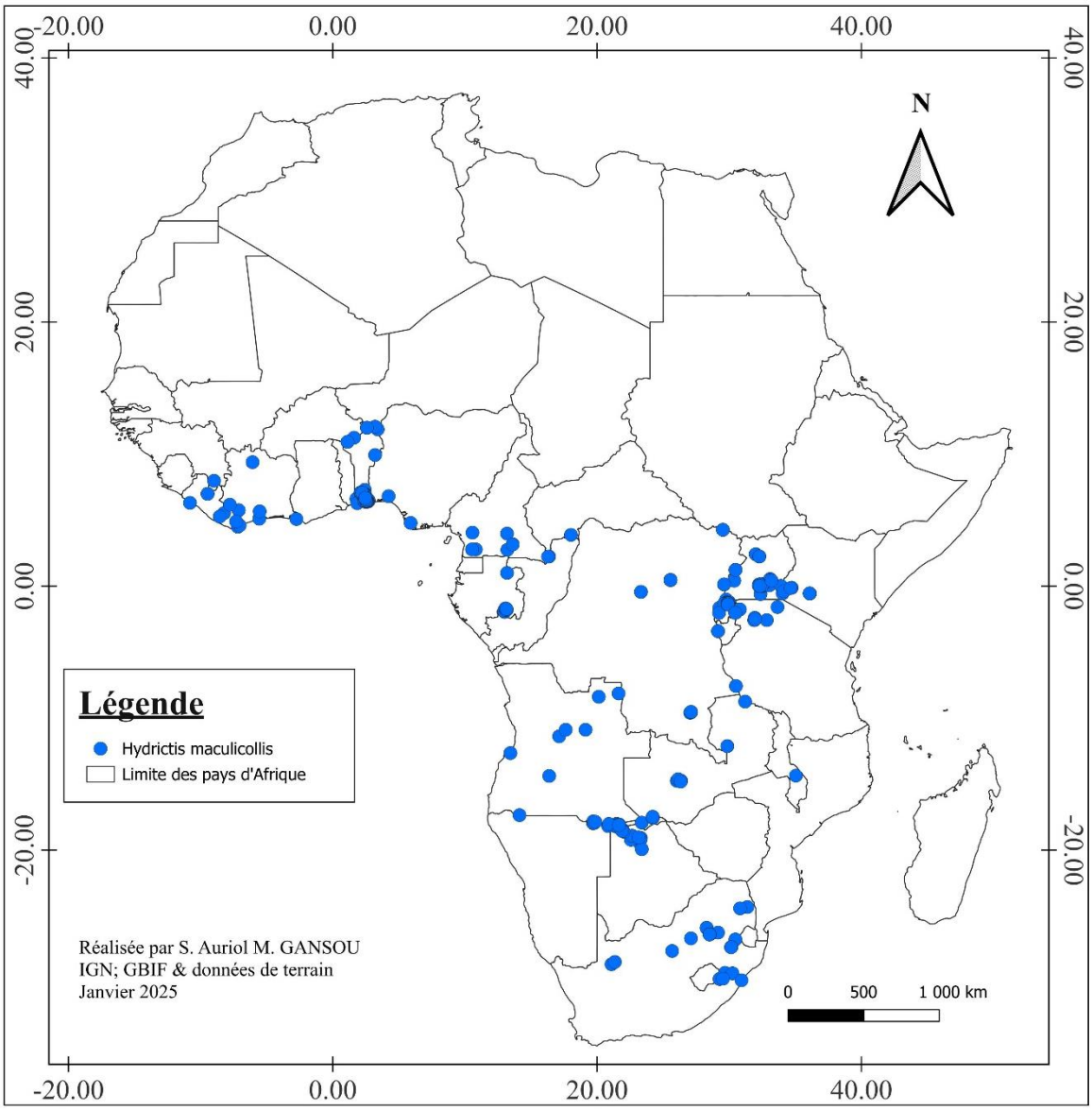


Figure 2 : Répartition spatiale de *Hydrictis maculicollis* en Afrique

La loutre à cou tacheté est un animal carnivore qui tire son alimentation dans les milieux aquatiques. Le régime alimentaire de cette loutre se compose en majeure partie de poissons. Lorsque cette ressource vient à manquer, elle mange alors des invertébrés et des petits vertébrés.

Les grenouilles, crabes, de mollusques, insectes aquatiques et les larves sont quelques-uns des aliments inclus dans son régime alimentaire.

- Reproduction

On sait très peu de choses sur le comportement reproductif de la loutre à cou tacheté. Les quelques bribes d'informations proviennent de spécimens vivant en captivité. La période de gestation dure environ deux mois. Les naissances ont généralement lieu en septembre et une portée compte entre deux et trois nouveau-nés. Les femelles commencent à se reproduire lorsqu'elles atteignent l'âge de deux ans.

- Comportement

La loutre à cou tacheté est généralement solitaire, mais peut être observée en petits groupes familiaux, en fonction de la période de l'année. Les mâles possèdent de grands territoires dans lesquels plusieurs femelles y vivent. La mère s'occupe de ses petits pendant environ un an. Le père peut jouer un rôle dans l'élevage des jeunes. La loutre à cou tacheté aime jouer seule ou avec ses congénères.

- Menaces

La principale menace qui pèse sur la loutre à cou tacheté est la destruction de son habitat par le drainage des terres ou de la pollution en réponse à la densité de population humaine croissante et la persécution directe par la concurrence sur les poissons. Il y a un peu de chasse pour la viande de brousse et les pratiques cérémonielles. Bien que la protection au niveau juridique international et national soit en place, l'exécution de ces lois est nécessaire. Dans certains lacs, l'introduction de gros poissons tels que la perche du Nil supplante les petits poissons qui forment la base alimentaire des loutres, réduisant ainsi la disponibilité des proies.

- Statut de conservation

La loutre à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*) est classée comme "Quasi menacée" par l'UICN (2020), suite à une reconnaissance de sa vulnérabilité face aux menaces globales telles que la dégradation des écosystèmes aquatiques et les changements climatiques. Au plan national, elle est répertoriée comme "Vulnérable" selon la Liste Rouge du Bénin (Djagoun *et al.,* 2011), ce qui réflète les pressions locales, notamment la destruction de son habitat et la chasse pour diverses utilisations.

2-2-1-2- Description de la loutre à joues blanches (*Aonyx capensis*) : (Source : ManimalWorld)

- **Systématique**

Le tableau 2 ci-dessous présente la position taxonomique de la loutre à joues blanches (*Aonyx capensis*), espèce décrite pour la première fois par Heinrich Rudolph Schinz en 1821.

Tableau 2 : Systématique de la loutre à joues blanches

Règne	Animalia
Embranchement	Chordata
Classe	Mammalia
Ordre	Carnivora
Famille	Mustelidae
Genre	*Aonyx*
Nom scientifique	*Aonyx capensis*
Nom commun	Loutre à joues blanches
Descripteur	Heinrich Rudolph Schinz (1821)

- Description de l'espèce

La loutre à joues blanches (Figure 3) est une espèce de loutres vivant sur le continent africain. Ce mustélidé forme le genre Aonyx avec deux autres espèces, la loutre cendrée et la loutre du Congo. La loutre à joues blanches mesure entre 70 et 100 cm de long pour un poids de 12 à 21 kg. La taille de la queue varie entre 40 et 70 cm. Les mâles sont légèrement plus lourds et plus longs que les femelles. Le pelage est formé d'une épaisse couche de poils de couleur brun foncé sur les parties supérieures du corps et d'un ton plus léger sur la face ventrale. La gorge, le cou, les oreilles et le visage sont blanc crème. Les oreilles, petites et rondes, font 3 cm en moyenne. La mâchoire de la loutre à joues blanches africaine est dotée de grandes molaires spécialisées pour écraser les crustacés, les crânes et les poissons mais n'a pas de dents tranchantes. Bien que ses pattes postérieures soient partiellement palmées, elles le sont moins que toutes les autres espèces de loutres. Les pattes antérieures sont très agiles avec des pouces opposables. Les paumes et les doigts les aide à saisir des proies glissantes.



Figure 3 : Loutre à joues blanches (Parc national Kruger ; 2011)

Source : http://photo.colorsofwildlife.net/201105-0589726001306148199-90437499.jpg

- Habitat

La loutre à joues blanches est l'espèce de loutre la plus répandue en Afrique. Son aire de répartition s'étend au Sénégal, la plupart des pays d'Afrique occidentale jusqu'en Éthiopie et au sud de l'Afrique du Sud. Elle se produit dans les grandes zones d'habitat propice au sud du Sahara, à l'exception du bassin du Congo. La loutre à joues blanches occupe un large éventail d'habitat d'eau douce, y compris les lacs, les ruisseaux, les rivières et les estuaires. On peut également l'observer dans les habitats marins, comme le long de rivages rocheux s'il y a un accès à l'eau douce, ce qui est essentiel pour boire et se laver. Bien que cette loutre vive le plus souvent dans l'eau, elle est également capable de parcourir de longues distances par voie terrestre. La répartition de la loutre à joues blanches en Afrique se traduit à travers la figure 4 ci-dessous. De cette figure, on remarque que cette espèce de loutre est présente dans la plupart des régions au Sud du Sahara hors du bloc forestier du centre.

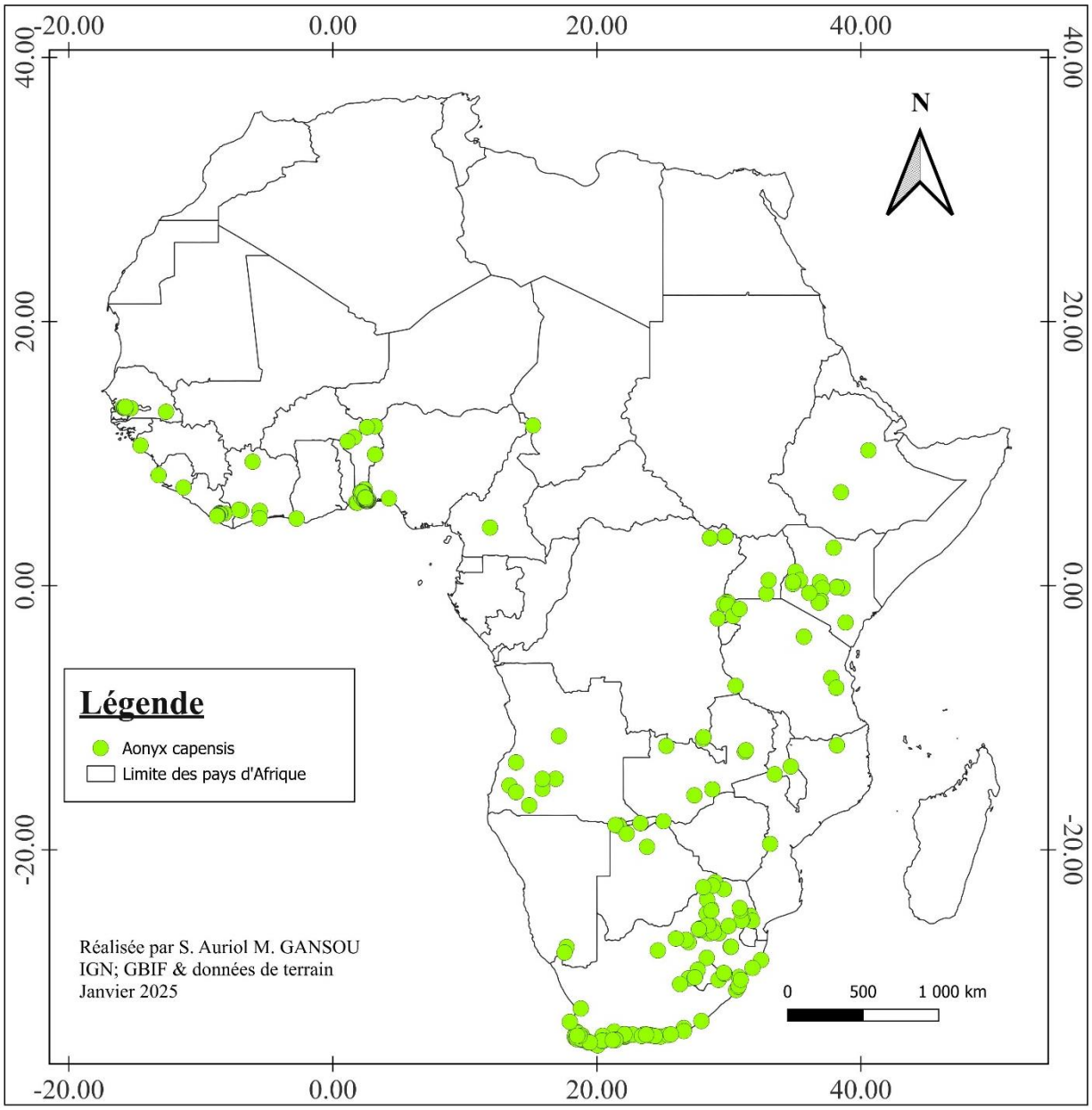


Figure 4 : Répartition spatiale de *Aonyx capensis* en Afrique

- **Alimentation**

La loutre à joues blanches du Cap se nourrit principalement de crabes qu'elle chasse dans les mangroves et de poissons de petite taille. On relève deux techniques différentes de chasse. La première, pratiquée dans de petits bras de mer, consiste à pêcher les proies se trouvant là de façon quasi permanente. La seconde technique, plus rare, consiste à se trouver au bon endroit au bon moment et à se gaver. En effet, il a été constaté que lors de certaines marées montantes et en certains lieux, d'immenses bancs de poissons sont entraînés jusque dans de grands bras de mer. La densité de poisson est alors telle que la surface de l'eau n'est plus que bouillonnement

sur un peu plus d'un kilomètre. Tous les prédateurs marins sont alors présents (dauphins, tarpon et loutre).

- **Reproduction**

On connaît peu de choses sur la reproduction des loutres à joues blanches du Cap. L'accouplement a lieu pendant la saison sèche, qui varie selon le lieu, et la parturition coïncide avec le début de la saison des pluies. La gestation dure environ 63 jours. Une portée compte entre 1 et 3 petits, mais il a déjà été observé des portées de 5 petits pour les animaux en captivité. À la naissance, les jeunes pèsent environ 200 g et peuvent atteindre plus de 1 400 g au bout de 14 jours. Les petits sont nidicoles, ouvrent les yeux après 16 à 30 jours et le sevrage se produit au bout de 45 à 60 jours après la naissance. Ils deviennent indépendants et sexuellement matures à l'âge de 1 an.

- **Comportement**

La loutre à joues blanches du Cap est un animal solitaire. Des groupes composés de quatre à six individus, avec deux ou trois adultes et deux à trois petits, sont parfois repérés. Ces loutres sont les plus actives à l'aube et au crépuscule. Elles passent leur journée à dormir dans des terriers ou des tanières. Dans son habitat aquatique, la loutre à joues blanches du Cap recherche sa nourriture avec ses mains habiles, dans les roches, la boue et la végétation pour y trouver des crustacés, des mollusques, des grenouilles, des poissons et des tortues aquatiques. Une fois sa proie capturée, la loutre peut flotter dans l'eau tout en la mangeant. Souvent, cette activité est menée en solitaire, mais parfois en groupe jusqu'à 8 individus. La loutre à joues blanches utilise un certain nombre de sites hors de l'eau pour se reposer et dormir. Souvent, ceux-ci peuvent être situés dans une épaisse végétation ou au milieu des rochers, mais elle peut aussi creuser des tanières jusqu'à trois

- **Menaces**

Dans certaines régions de son aire de répartition, la loutre à joues blanches du Cap est tuée pour sa fourrure, ou pour d'autres parties du corps qui sont utilisées dans les médecines traditionnelles. Elle peut également être persécutée à cause de la concurrence qu'elle engendre avec les hommes sur les poissons, soit parce qu'on la rend responsable de la mort des canards domestiques, des poules, soit de raids dans les pisciculturess. De temps en temps, il arrive que la loutre à joues blanches se prenne dans les filets de pêche et se noie. La loutre à joues blanches du Cap peut également être touchée dans certaines régions par la dégradation ou la perte de son habitat. La déforestation, le développement, le surpâturage, l'assèchement des zones humides, et de l'extraction de l'eau ont un impact négatif sur la qualité de son habitat aquatique et la végétation environnante.

- **Statut de conservation**

La loutre à joues blanches (*Aonyx capensis*) est répertoriée comme espèce "Quasi menacée" par l'UICN (2020), indiquant une préoccupation croissante quant à son avenir face à des menaces globales, notamment les changements climatiques et la fragmentation de ses habitats naturels. À l'échelle nationale, elle est classée "En Danger" sur la liste rouge du Bénin (Djagoun *et al.,* 2011), en raison des pressions anthropiques telles que la dégradation de son habitat et les conflits avec les activités humaines.

2-3- Présentation des liens fonctionnels existants entre les loutres à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*) et à joues blanches (*Aonyx capensis*) et justification de l'étude sur les deux espèces

Dans le cadre de cette étude, les interactions écologiques entre la loutre à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*) et la loutre à joues blanches (*Aonyx capensis*) sont d'une grande importance. Ces deux espèces coexistent souvent dans des habitats similaires, notamment les zones humides, où elles peuvent potentiellement entrer en compétition pour les ressources alimentaires, principalement les poissons et crustacés (Reuther *et al.,* 2000 ; Somers *et al.,* 2015). Toutefois, la littérature indique également une forme de ségrégation écologique, notamment à travers des préférences alimentaires légèrement différentes, des horaires d'activité distincts ou l'exploitation de micro habitats différents, réduisant ainsi l'intensité de la compétition directe (Jacques *et al.,* 2012). Il n'existe à ce jour aucune preuve de mutualisme ou de coopération entre ces deux espèces, mais leur coexistence dans certaines régions suggère des mécanismes d'évitement de compétition ou une forme de commensalisme passif, où l'une pourrait bénéficier de l'activité de l'autre sans que cela ne soit réciproque. L'analyse conjointe de leurs distributions et interactions permettra donc une meilleure compréhension de la dynamique des écosystèmes aquatiques dans lesquels elles évoluent. Cela contribuera à l'élaboration de stratégies de conservation intégrées, tenant compte des besoins écologiques respectifs et des menaces communes pesant sur leur habitat (Smith and Bohm, 2018 ; Somers *et al.,* 2015).

3- Zone d'étude

3-1- Situation Géographique

L'étude a été réalisée dans la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO) située dans le sud du Bénin encore appelé Bas-Bénin. Située entre les latitudes 6° 20' 19.3" N et 7° 7' 41.7" N et entre les longitudes 2° 4' 16.7" E et 2° 4' 22.1" E, la RB-BVO couvre une superficie de 314 300 ha et fait partie intégrante du site Ramsar 1018 (figure 5). Elle occupe entièrement ou partiellement les communes d'Abomey-Calavi, Adjarra, Adjohoun, Aguégués, Akpro-Missérété, Avrankou, Bonou, Cotonou, Dangbo, Porto-Novo, Sèmè-Podji, Sô-Ava, Toffo, Zè et Zogbodomey (MCVT anciennement MCVDD, 2020).

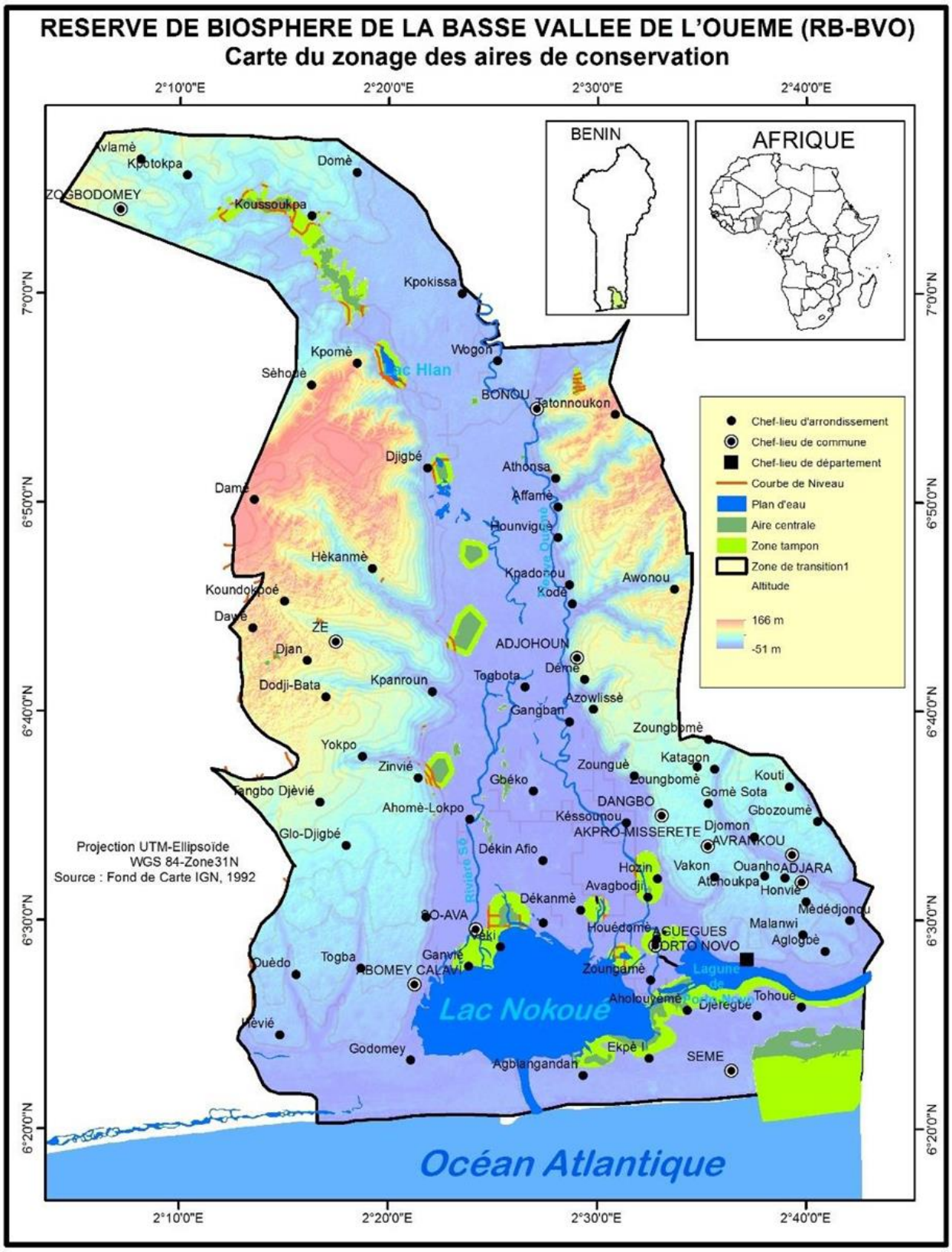


Figure 5 : Localisation de la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé

(Source : MCVT anciennement MCVDD, 2020)

3-2- Climat

Le climat est de type subéquatorial à rythme pluviométrique bimodal et aux températures favorables toute l'année au développement de la végétation. Il est caractérisé par deux saisons de pluie (avril à mi-juillet pour la grande saison des pluies et mi-août à octobre pour la petite) et deux saisons sèches (novembre à mars pour la grande saison sèche et mi-juillet à mi-août pour la petite). La pluviométrie annuelle varie entre 1150 mm et 1400 mm avec des températures moyennes annuelles comprises entre 25,7 et 29,3 °C (Kpadonou *et al.*, 2010).

3-3- Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique de la RB-BVO est édifié par quatre (04) principaux cours et plans d'eau. Il s'agit du fleuve Ouémé, la rivière Sô, le lac Nokoué et la lagune de Porto-Novo. Il est constitué de deux axes parallèles, la rivière Sô et le fleuve Ouémé (MCVT anciennement MCVDD, 2020). Cet ensemble forme la vallée de l'Ouémé. La Sô et l'Ouémé se jettent dans le lac Nokoué respectivement aux environs de Ganvié et à l'Ouest de Porto-Novo. La remontée du fleuve Ouémé et du lac Nokoué provoque de graves inondations dans toute la réserve. Ces inondations, généralement observées entre fin août et mi-octobre, peuvent toutefois survenir dès juillet ou persister jusqu'au début novembre. Les hauteurs et débits varient de manière considérable d'une année à l'autre. Lorsque les pluies intenses au nord du delta coïncident avec de fortes précipitations dans le sud, la vallée de l'Ouémé est sujette à des inondations précoces dès juin, causant d'importants dégâts aux exploitations agricoles. La diversité des cours et plans d'eau dans la RB-BVO constitue un facteur clé dans la dynamique des inondations : l'eau excédentaire sature les sols, réduisant leur capacité d'infiltration (Zandagba *et al.*, 2018 ; Ahouansou Montcho *et al.*, 2020).

- **Fleuve Ouémé**

S'étendant de Bonou à Porto-Novo sur environ 70 km, le fleuve Ouémé traverse une plaine deltaïque divisée en deux grandes zones : une partie amont caractérisée par un lit sablonneux et des berges relativement élevées, et une partie aval où le lit devient plus vaseux et les berges plus basses. Ce fleuve joue un rôle crucial dans le maintien des écosystèmes aquatiques et le soutien des activités socioéconomiques dans la vallée. Ses dynamiques hydrologiques influencent fortement la biodiversité locale ainsi que l'agriculture, la pêche et l'accessibilité des zones riveraines (Dossou and Gléhouénou-Dossou, 2007 ; MEPN, 2015).

- **Rivière Sô**

Longue de 84,4 km, la rivière Sô est un ancien bras du fleuve Ouémé qui s'écoule parallèlement à celui-ci avant de rejoindre le lac Nokoué. Sa plaine d'inondation joue un rôle important dans les échanges hydrologiques avec le fleuve Ouémé, participant ainsi à la régulation des eaux dans la basse vallée. Elle constitue également un couloir écologique majeur pour la faune aquatique et semi-aquatique de la région (Agbossou *et al.,* 2004 ; Ahouansou Montcho *et al.,* 2011).

- **Lac Nokoué**

D'une superficie de 150 km², ce lac est directement relié à l'océan par le chenal de Cotonou, ce qui provoque des variations saisonnières de salinité. Les apports de l'Ouémé et de la Sô influencent ses crues et étiages, le rendant vital pour les activités locales (Gnohossou, 2006).

- **Lagune de Porto-Novo**

S'étendant sur environ 35 km², la lagune de Porto-Novo constitue un écosystème estuarien mixte, influencé à la fois par les apports en eau douce du fleuve Ouémé et par les intrusions salines provenant de l'océan Atlantique, notamment en saison sèche. Cette dynamique hydrologique favorise une biodiversité riche, caractéristique des milieux de transition entre l'eau douce et l'eau salée (Chikou *et al.*, 2009 ; Yèmadjè *et al.*, 2012).

3-4- Sols et Végétations

La Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO) est installée sur un substrat composé essentiellement de formations sédimentaires récentes, incluant des alluvions argilo-sableux d'origine fluviale. La diversité pédologique est marquée par la présence de sols hydromorphes dans les zones inondables et de sols ferrallitiques sur les plateaux adjacents. Malgré une fertilité variable, ces sols jouent un rôle crucial dans le maintien de la diversité floristique et la dynamique écologique de la région (Agbossou *et al.*, 2011 ; Azontondé *et al.*, 2014).

La végétation de la RB-BVO est caractérisée par une mosaïque d'écosystèmes comprenant des forêts galeries, des savanes boisées, des zones humides et des formations de mangroves dans les secteurs côtiers. Les zones inondables abritent des espèces hydrophytes telles que *Eichhornia crassipes* et *Cyperus papyrus,* tandis que les forêts galeries sont dominées par des espèces comme *Raphia hookeri* et *Elaeis guineensis*. Ces formations végétales jouent un rôle clé dans la régulation hydrologique et offrent des habitats à une faune variée (Arbonnier, 2000).

3-5- Faune

La Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO) abrite une biodiversité remarquable, constituée à la fois d'espèces aquatiques et terrestres. Les zones humides et les réseaux hydrographiques de la réserve sont particulièrement riches en ichtyofaune, avec des espèces clés telles que *Clarias gariepinus* et *Tilapia guineensis*, qui jouent un rôle fondamental dans l'économie locale à travers la pêche artisanale (Lalèyè *et al.,* 2004 ; Ahouansou Montcho *et al.,* 2011). On y trouve également des reptiles comme des crocodiles nains (*Osteolaemus tetraspis*) et des amphibiens adaptés aux milieux inondables. La réserve est un refuge pour de nombreuses espèces d'oiseaux, dont certaines sont migratrices. Parmi elles, on note le héron goliath (*Ardea goliath*) et le jacana africain (*Actophilornis africanus*). Les mammifères aquatiques tels que les loutres à joues blanches (*Aonyx capensis*) et à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*) sont également présents, bien que menacés par la pression anthropique. Les zones forestières et savanes de la RB-BVO hébergent des espèces terrestres comme les céphalophes, les chauve-souris (*Eidolon helvum),* le singe à ventre rouge *(Cercopithecus erythrogaster erythrogaster),* le singe mone *(Cercopithecus mona),* le colobe magistrat *(Colobus vellerosus),* le galago du Sénégal *(Galago senegalensis),* le Sitatunga *(Tragelaphus spekei),* le guib harnaché *(Tragelaphus scriptus),* le céphalophe de Grimm (*Sylvicapra grimmia*), le céphalophe à flancs roux *(Cephalophus rufilatus),* le potamochère *(Potamochoerus porcus),* le pangolin *(Phataginus tricuspis),* l'aulacode *(Thryonomys swinderianus),* les rats de Gambie *(Cricetomys gambianus),* etc. (Gaffan, 2001 ; Sinsin *et al.,* 2002 ; Lougbégnon, 2002). Les reptiles souvent rencontrés sont les cobras (*Naja nigricollis* et *Naja melanoleuca*), les Vipères (*Bitis arietans*), les pythons (*Python sebae* et *Python regius*), les crocodiles (*Crocodylus niloticus, C. cataphractus* et *Osteolaemus tetraspis*), le varan du Nil (*Varanus niloticus*), le varan terrestre (*Varanus exanthematicus*), la Tortue pygmée (*Kinixys belliana nogueyi*), mais leur observation est devenue rare en raison de la dégradation de leur habitat et du braconnage (Akpona *et al.,* 2017).

3-6- Relief

Le relief de la RB-BVO est globalement plat et se caractérise par de vastes plaines deltaïques, marécageuses et inondables. Cette configuration géomorphologique est typique des zones alluviales et est influencée par la présence des principaux cours d'eau : le fleuve Ouémé, la rivière Sô, le lac Nokoué et la lagune de Porto-Novo. La région comprend deux principales unités géomorphologiques.

- **Plaines alluviales inondables**

Situées principalement dans le delta inférieur de l'Ouémé, les plaines alluviales inondables sont constituées de dépôts sédimentaires issus des crues saisonnières du fleuve Ouémé et des remontées d'eau du lac Nokoué. Avec des altitudes comprises entre 0 et 30 mètres, ces zones sont naturellement sujettes à des inondations récurrentes, en particulier durant la saison des pluies. Ces inondations jouent un rôle crucial dans la régénération des sols, la dynamique des écosystèmes aquatiques et la productivité halieutique (Vissin, 2016 ; Adégbidi *et al.*, 2020).

- **Plateaux environnants**

Les plateaux qui bordent la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé sont composés de formations sablo-argileuses datant du Continental Terminal. À l'est, le plateau de Pobè-Porto-Novo et, à l'ouest, ceux de Zè et Toffo, présentent des altitudes comprises entre 50 et 200 mètres. Ces reliefs jouent un rôle stratégique en période de crue, servant de zones refuges pour les populations humaines et animales (Ahouandjinou, 2004).

3-7- Traits humains et socio-culturels

La Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO) au Bénin est habitée par plus de 2,300,000 personnes, principalement des groupes ethniques tels que les Goun, Wémè, Xwla, Fon, Toffin et Sètto-Xwla (Adikpeto, 2021). Les activités économiques dominantes incluent l'agriculture traditionnelle (maïs, patate douce, manioc, légumes), la pêche artisanale, et l'artisanat local. Ces pratiques sont étroitement liées aux écosystèmes locaux, notamment les forêts galeries et les mangroves, qui jouent un rôle crucial dans la préservation de la biodiversité de la région.

4- Méthodes

4-1 Méthodologie pour l'étude ethnozoologique sur les loutres

4-1-1 Échantillonnage et collecte des données

Dans le cadre de cette étude, une enquête ethnozoologique a été réalisée pour caractériser l'importance ethnozoologique des loutres à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*) et à joues blanches (*Aonyx capensis*) dans la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO). Il est nécessaire de mentionner que lors des enquêtes de terrain, il est apparu que les communautés locales ne font aucune différence d'utilisation des deux espèces de loutres présentes dans la zone d'étude, pour les trois catégories principales d'usages identifiées

(alimentaire, médicinal et spirituel). Par conséquent, les données collectées et les analyses ont été effectuées en regroupant les deux espèces sous une seule catégorie, désignée ici par « les loutres ». Cette approche est justifiée par l'absence de distinctions culturelles ou d'usages spécifiques selon les deux espèces, comme confirmée par les réponses des enquêtés. Les enquêtes ethnozoologiques ont été conduites dans quatorze (14) communes de la RB-BVO, incluant des zones riveraines et périurbaines : Sèmè-Podji, Porto-Novo, Adjarra, Avrankou, Akpro-Missérété, Aguégués, Dangbo, Adjohoun, Bonou, Zogbodomey, Toffo, Zè, Abomey-Calavi et So-Ava. Ces communes ont été choisies parce qu'elles présentent des habitats potentiels pour les loutres. La taille de l'échantillon a été déterminée conformément à la formule de Dagnélie (1998) qui est couramment employée pour calculer la taille d'un échantillon et qui se présente comme suit :

$$n = \frac{\cup^2_{1-\frac{\alpha}{2}} p(1-p)}{d^2}$$

avec :

- n : taille de l'échantillon ;
- p : proportion estimée de la population ayant une connaissance ou une interaction avec les loutres (dans notre contexte ici, la valeur standard p = 0,5 a été utilisée pour maximiser la taille de l'échantillon « n » afin de réduire les dépenses qu'auraient engendrer une enquête exploratoire) ;
- $\cup^2_{1-\frac{\alpha}{2}}$: coefficient de la loi normale correspondant à un niveau de confiance donné (ici, nous prenons U = 1,96 pour un niveau de confiance de 95 %)
- d : représente la marge d'erreur acceptée (5 %, soit d = 0,05) ; (Bada *et al.*, 2019).

Le nombre total d'enquêtés retenu pour l'enquête ethnozoologique sur les loutres dans la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO) a été déterminé selon la formule de Dagnelie (1998), donnant une valeur de 384,16, arrondie à n = 384 enquêtés. Ces enquêtés ont été sélectionnés selon un échantillonnage aléatoire stratifié, prenant en compte la population totale de chaque commune ciblée. Le nombre d'enquêtés a ensuite été réparti proportionnellement entre les communes sélectionnées, en fonction de la taille de leur population respective. L'enquête, menée auprès de 384 personnes réparties dans les communes de l'étude (Tableau 3), a révélé une forte participation masculine, avec 307 hommes (79,95 %) contre 77 femmes (20,05 %).

Tableau 3 : Répartition du nombre d'enquêtés par commune

Communes	Taille de la population	Nombre d'enquêtés
Sèmè-Podji	222.701	39
Porto-Novo	264.320	47
Adjarra	97.424	17
Avrankou	128.050	23
Akpro-Missérété	127.249	22
Aguégués	44.562	08
Dangbo	96.426	17
Adjohoun	75.323	13
Bonou	44.349	08
Zogbodomey	92.935	16
Toffo	101.585	18
Zè	106.913	19
Abomey-Calavi	656.358	116
Sô-Ava	118.547	21
Total	2.176.742	384

Source : RGPH-4 (2013)

Les personnes enquêtées devaient être âgées d'au moins 18 ans, résider dans la commune depuis au moins cinq ans afin de garantir une bonne connaissance des pratiques locales liées aux ressources naturelles, et avoir un lien avec l'utilisation de ces ressources (pêcheurs, chasseurs, herboristes, ménages riverains, etc.). Leur participation reposait sur un consentement libre et éclairé. En revanche, les enquêtés temporaires (visiteurs, commerçants de passage) ou ceux n'ayant aucune connaissance des milieux aquatiques locaux ont été exclus de l'échantillon. Ces critères ont permis d'assurer la pertinence des informations collectées et de réduire les biais liés à une méconnaissance du sujet. L'enquête a été faite individuellement sur la base d'un questionnaire structuré (Annexe 1). Le questionnaire utilisé a été élaboré sur l'application KoboCollect et cette même application a été utilisé pour faciliter l'enregistrement numérique des données de chaque enquêté. Les informations recueillies portaient sur le profil de l'enquêté (nom, âge, sexe, profession), les noms locaux des espèces, la localisation des espèces, les différents usages faits des loutres au sein de la communauté, les impacts de leurs activités sur les loutres, les stratégies locales de conservation et la disponibilité des espèces.

4-1-2 Traitement statistique des données

Les données collectées ont été nettoyées, organisées et analysées à l'aide du logiciel R, un environnement statistique puissant et flexible (R Core Team, 2023). Plusieurs indices ethnozoologiques spécifiques ont été calculés pour évaluer les connaissances et pratiques locales liées aux loutres. Ces indices comprennent :

- L'Indice de Connaissance Générale (ICG)

Pour évaluer le niveau global de connaissance des communautés locales sur les loutres dans la RB-BVO, l'Indice de Connaissance Générale (ICG) a été calculé. Cet indice a quantifié la proportion d'individus ayant déclaré connaître les loutres par rapport au total des enquêtés. L'ICG est un outil précieux en ethnozoologie, permettant de mesurer l'importance d'une espèce au sein des populations étudiées (Tardío and Pardo-de-Santayana, 2008). Son calcul a été fait à travers la formule suivante :

$$\boldsymbol{ICG = \frac{Ni}{Nt} * 100}$$

Avec Ni le nombre de réponses "Oui" et Nt le nombre total de répondants.

- Le taux de couverture ethnique (TCE)

$$\boldsymbol{TCE = \frac{(N \text{ x } 100)}{Nte}}$$

Avec N, le nombre d'ethnies utilisant un nom local donné pour désigner l'espèce et Nte, le nombre total d'ethnies enquêtées.

- La fréquence de citation (Fci)

$$\boldsymbol{Fci = \frac{(ni \text{ x } 100)}{N}}$$

Avec ni, le nombre de citations d'une modalité i (l'organe peau par exemple) d'un paramètre donné (par exemple les organes de loutre utilisés par les enquêtés), et N, le nombre total de citations enregistrées pour les organes utilisés par les enquêtés.

- L'indice de diversité (Indice de Shannon-Wiener, H′)

L'indice de diversité de Shannon-Wiener (H′) a été utilisé pour mesurer la diversité des organes rapportés, comme décrit par Magurran (1988).

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

Où *pi* est la proportion d'enquêtés ayant cité l'organe i par rapport au total des citations

- Indice de Valeur d'Usage (IVU) :

Cet indice a permis d'évaluer l'importance relative des usages ou organes :

$$\boldsymbol{IVU} = \frac{\sum \boldsymbol{Ui}}{\boldsymbol{Ni}}$$

où :

- Ui est le total des citations d'usage pour un organe spécifique par une ethnie donnée ;
- Ni est le nombre total de participants dans cette ethnie.

Afin d'examiner les différences dans l'utilisation des organes des loutres (*Hydrictis maculicollis* et *Aonyx capensis*) selon les ethnies (Goun, Wémè, Toffin, Fon, Xwla et Tori), un test statistique non paramétrique de Kruskal-Wallis a été réalisé. Ce test est particulièrement adapté pour comparer les distributions de plusieurs groupes indépendants lorsque les données ne suivent pas une distribution normale (Guisan *et al.,* 2002). Il permet de déterminer si les indices de valeur d'usage attribués aux organes diffèrent de manière significative entre les groupes ethniques étudiés.

Enfin, les résultats obtenus ont été synthétisés sous forme de tableaux et de graphiques pour faciliter leur interprétation.

4-2- Méthodologie pour la modélisation de la niche écologique de la loutre à cou tacheté et de la loutre à joues blanches

4-2-1- Collecte des données

4-2-1-1- Données d'occurrence

Dans le cadre de cette étude, il était crucial de disposer de données d'occurrence (présence uniquement) fiables pour comprendre et modéliser les niches écologiques des deux espèces de

loutres : la loutre à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*) et la loutre à joues blanches (*Aonyx capensis*). Ces données, représentant les localisations où ces espèces ont été observées, ont été collectées à partir de deux sources principales : les bases de données internationales et les prospections de terrain. Le Tableau 4 présente la répartition des données de présence par espèce et selon la source de collecte.

Tableau 4 : Répartition des données d'occurrence par espèce et par source

Espèces	Données GBIF	Données terrain	Données de littérature	Total
Hydrictis maculicollis	203	180	23	406
Aonyx capensis	302	0	09	311

La première étape a consisté à extraire des données de présence depuis le portail GBIF (Global Biodiversity Information Facility), une plateforme centralisant des millions d'enregistrements d'observations de biodiversité à travers le monde. Pour assurer la qualité de ces données, seuls les enregistrements accompagnés de coordonnées géographiques précises ont été retenus, et les doublons ont été supprimés afin d'éviter tout biais.

En complément, des prospections de terrain ont été menées dans treize communes de la RB-BVO entre octobre et novembre 2024. Ces sorties visaient à détecter la présence de *Hydrictis maculicollis* et *Aonyx capensis* à travers des observations directes ou des indices. Cependant, seule *Hydrictis maculicollis* a été détectée sur le terrain. Cette espèce a été observée directement à douze reprises, et des indices indirects tels que des empreintes et des crottes ont été relevés à 168 reprises, pour un total de 180 occurrences terrain. En revanche, aucune observation directe ni indice indirect n'a été enregistré pour *Aonyx capensis* durant les prospections. Les empreintes ont été identifiées sur des substrats meubles (boue, sable, chablis), principalement à proximité des plans d'eau et dans les zones marécageuses. Tous les points de contact ont été géo-référencés à l'aide d'un GPS portable. Une fois consolidées, l'ensemble des données (GBIF + terrain) ont été soumises à un filtrage rigoureux. Une couche raster d'une résolution de 2,5 minutes d'arc a été utilisée pour limiter la densité excessive de points dans les zones fortement échantillonnées, à l'aide du package *enmSdmX* (Smith *et al.*, 2023) dans R (R Core Team, 4.4.2). Ce traitement a permis de réduire les biais spatiaux et de préparer les données pour la modélisation écologique.

À l'issue de ce processus, un total de 263 occurrences a été retenu pour *Aonyx capensis* (issues de GBIF et de la littérature), et 222 pour *Hydrictis maculicollis* (données filtrées combinant GBIF, de terrain et celles de la littérature) à l'échelle du continent africain. Ces données ont ensuite été utilisées pour modéliser les niches écologiques actuelles et futures des deux espèces dans un contexte de changement climatique. La figure 6 ci-dessous met en exergue les occurrences des deux espèces de loutres sur une carte réalisée à l'échelle du Bénin avec ses aires protégées, cours et plans d'eau.

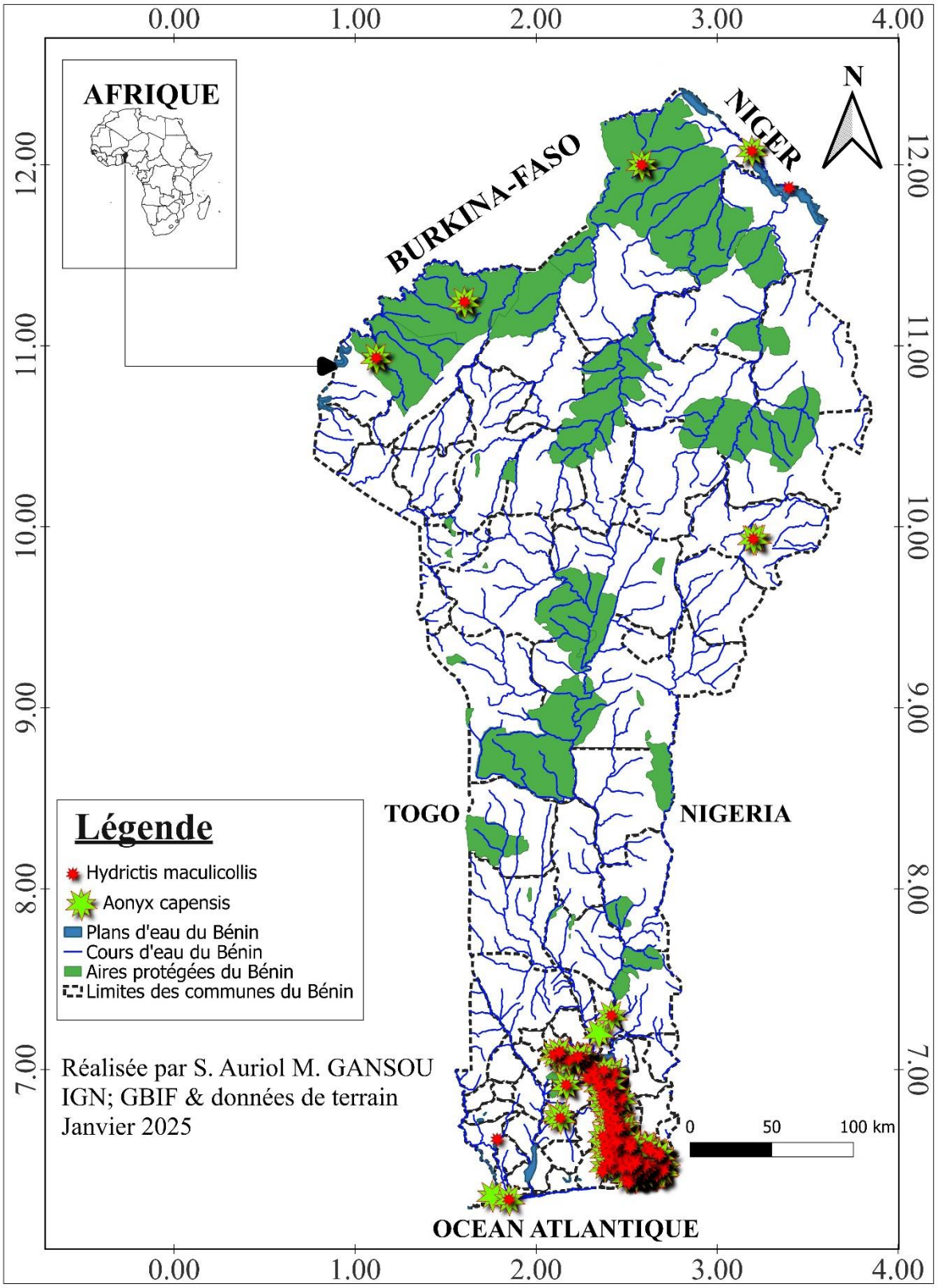


Figure 6 : Distribution spatiale de *H. maculicollis* et de *A. capensis* au Bénin

4-2-1-2- Variables environnementales

- **Variables climatiques et topographiques**

Les couches bioclimatiques (Tableau 5), avec une résolution spatiale de 2,5 minutes d'arc, ont été téléchargées depuis la base WorldClim 2.1 pour les périodes actuelles (1970 – 2000) et futures (2040 – 2060), représentées par l'horizon 2050. Les données dites actuelles de WorldClim (période 1970 – 2000) sont considérées comme le standard pour les analyses écologiques globales, car elles représentent une moyenne climatique stable et validée à l'échelle mondiale. Bien que nous soyons en 2025, il n'existe pas encore de jeu de données bioclimatiques homogène, mondial et libre d'accès couvrant spécifiquement la période 2000–2025 avec la même résolution spatiale et les mêmes variables. WorldClim 2.1 reste donc la référence la plus couramment utilisée pour représenter les conditions climatiques actuelles dans les études de distribution d'espèces (Fick and Hijmans, 2017). Pour les projections futures, deux scénarios socio-économiques du CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 6) ont été retenus : SSP2-4.5 (scénario intermédiaire) et SSP5-8.5 (scénario pessimiste). Trois modèles climatiques globaux (GCMs) ont été utilisés pour chacun des scénarios : EC-Earth3-Veg, HadGEM3-GC31-LL et MPI-ESM1-2-HR, en raison de leur disponibilité à la résolution choisie. L'intégration de ces différents scénarios et modèles a permis d'envisager plusieurs trajectoires climatiques futures et de mieux appréhender les incertitudes liées aux projections, garantissant ainsi une modélisation robuste des niches écologiques futures. La modélisation écologique nécessite une sélection rigoureuse des variables afin de limiter la multi-colinéarité entre les prédicteurs environnementaux. Ainsi, un filtrage des variables bioclimatiques a été réalisé à l'aide du package usdm (Naimi *et al.,* 2014) dans R. Ce processus s'est déroulé en deux étapes :

1. Calcul des corrélations de Pearson entre toutes les paires de variables. Lorsqu'une paire de variables montrait un coefficient de corrélation absolue supérieur à 0,7 (**r > 0,7**), elle était considérée comme redondante.
2. Calcul du facteur d'inflation de variance (VIF) pour chaque variable. Parmi les variables fortement corrélées, celle ayant le plus haut VIF était éliminée pour limiter la redondance.

Ce processus a été appliqué indépendamment pour chaque espèce, afin de tenir compte de leurs spécificités écologiques. Les résultats détaillés de l'analyse de corrélation et des VIF sont

présentés en Annexe D. À l'issue de ce traitement, les variables suivantes (tableau 5) ont été retenues :

- Pour *Aonyx capensis* : bio2 (Amplitude de température journalière moyenne), bio3 (Isothermie), bio9 (Température du mois le plus sec), et bio14 (Précipitations du mois le plus sec).
- Pour *Hydrictis maculicollis* : bio2, bio3, bio8 (Température du trimestre le plus humide), et bio18 (Précipitations du trimestre le plus chaud).

Tableau 5 : Variables bioclimatiques retenues pour chacune des deux espèces

Espèce	Variables bioclimatiques sélectionnées	Présentation de la variable
Hydrictis maculicollis	Bio 2	Intervalle moyen diurne
	Bio 3	Isothemalité
	Bio 8	Température moyenne du trimestre le plus
	Bio 18	Précipitation du trimestre le plus chaud
Aonyx capensis	Bio 2	Intervalle moyen diurne
	Bio 3	Isothemalité
	Bio 9	Température moyenne du trimestre le plus
	Bio 14	Précipitation du mois le plus sec

- **Caractéristiques des données WorldClim**

Les données WorldClim sont issues d'interpolations précises de mesures météorologiques collectées entre 1970 et 2000. Elles incluent un ensemble de variables bioclimatiques pertinentes pour comprendre la distribution des espèces. Parmi celles-ci, les variables utilisées dans cette étude, telles que la variation saisonnière de la température (BIO2), l'isothermie (BIO3), la température du trimestre le plus humide (BIO8), la température du mois le plus froid (BIO9), les précipitations du mois le plus sec (BIO14) et les précipitations du trimestre le plus humide (BIO18), jouent un rôle clé dans la modélisation des niches écologiques. Ces données, disponibles à une résolution de 2,5 minutes d'arc, sont reconnues pour leur fiabilité et leur capacité à soutenir des analyses climatiques robustes (Fick and Hijmans, 2017).

- **Utilisation des scénarios SSP dans la modélisation**

Pour explorer l'impact des changements climatiques sur la distribution future des deux espèces, des scénarios socio-économiques partagés (Shared Socioeconomic Pathways, SSP) ont été intégrés à l'étude. Ces scénarios, développés dans le cadre des rapports du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC), projettent les conséquences des émissions de gaz à effet de serre selon différents modèles de développement socio-économique. Les scénarios SSP2-4.5 (croissance modérée) et SSP5-8.5 (croissance maximale) ont été sélectionnés pour évaluer les possibles modifications des habitats à l'horizon 2050 (O'Neill *et al.*, 2016). Ils offrent une perspective précieuse pour anticiper les déplacements ou contractions des niches écologiques des deux espèces de loutres.

4-2-2- Traitement et gestion des données

4-2-2-1- Modélisation de la distribution des espèces

Pour modéliser la distribution des deux espèces étudiées, une combinaison d'algorithmes simples et complexes a été utilisée. Les algorithmes simples comprenaient les modèles linéaires généralisés (GLM), tandis que les algorithmes complexes d'apprentissage automatique incluaient l'algorithme Random Forest (RF) et celui d'entropie maximale (Maxent). Cette approche vise à exploiter les forces des modèles extrapolatifs (simples) et interpolatifs (complexes), comme exploré par Vinha *et al.*, (2024). Ainsi, une approche de modélisation par ensemble a été mise en œuvre à l'aide du package biomod2 (Thuiller *et al.*, 2024) pour prédire les zones climatiques favorables aux espèces. L'évaluation de l'influence relative des variables environnementales sur la distribution potentielle des deux espèces de loutres a été effectuée à l'aide de trois approches de modélisation distinctes et complémentaires : Random Forests (RF), Generalized Linear Model (GLM) et Maximum Entropy (MaxEnt). Ces méthodes ont permis d'identifier, pour chaque espèce, les facteurs climatiques et environnementaux les plus déterminants dans la prédiction de leur répartition. Pour chaque processus de modélisation, 80 % des occurrences ont été sélectionnées de manière aléatoire pour constituer l'échantillon d'apprentissage, tandis que les 20 % restants ont servi à l'évaluation des performances du modèle. Ce processus a été répété cinq fois selon une approche de validation croisée aléatoire. De plus, pour chaque espèce, 1000 points de pseudo-absence ont été générés à l'aide de la méthode "aléatoire" (random), qui échantillonne des points au hasard dans les zones de projection. Ce processus a été répété une fois, ce qui a abouti à un total de trois modèles par espèce (3 algorithmes × 1 génération de points de pseudo-absence). Les paramètres des

algorithmes ont été configurés à l'aide de l'option "bigboss" du package biomod2, utilisant des paramètres prédéfinis par l'équipe de biomod2 (Thuiller *et al.,* 2024). Pour la création des modèles d'ensemble, nous avons appliqué la méthode de combinaison d'algorithmes (EMca). Cette technique transforme les probabilités de sortie des modèles individuels en prédictions binaires (présence/absence) basées sur des seuils définis. La prédiction finale a été déterminée en moyennant ces prédictions binaires, similaire à un système de vote simple (Thuiller *et al.,* 2024). La performance des modèles a été évaluée à l'aide de la surface sous la courbe ROC (Receiver Operating Characteristic, AUC) et de la statistique des compétences réelles (True Skill Statistic, TSS). Une AUC supérieure à 0,9 indique une performance élevée des modèles. La TSS mesure le taux de réussite net des prédictions, en tenant compte à la fois des points de distribution et de pseudo-distribution. Des valeurs de TSS comprises entre 0,40 et 0,75 suggèrent une bonne performance des modèles, tandis que des valeurs supérieures à 0,75 indiquent une performance excellente (Allouche *et al.,* 2006 ; Liu *et al.,* 2011). Seuls les modèles individuels avec une AUC supérieure à 0,9 ont été retenus pour la construction des modèles d'ensemble. Ces derniers ont ensuite été utilisés pour prédire les distributions géographiques potentielles des espèces.

4-2-2-2- Analyses spatiales

L'analyse spatiale des résultats de modélisation a permis d'évaluer les tendances de répartition des loutres dans la RB-BVO en fonction des projections climatiques futures. Après la génération des modèles de distribution, les prédictions issues des trois modèles climatiques globaux (GCM) ont été combinées en calculant leur moyenne arithmétique pour chaque pixel de la zone d'étude, et ce, pour chaque scénario socio-économique (SSP2-4.5 et SSP5-8.5) et pour chaque période temporelle (projection pour 2050). Cette approche permet de réduire l'incertitude liée aux variations entre modèles climatiques et d'obtenir une estimation plus robuste des modifications potentielles des habitats des deux espèces (Thuiler *et al.,* 2024).

4-3- Interaction des espèces *Hydrictis maculicollis* et *Aonyx capensis* dans le contexte des changements climatiques au Bénin

Dans le cadre de cette étude, la superposition des répartitions potentielles des loutres à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*) et à joues blanches (*Aonyx capensis*) a été réalisée pour analyser les chevauchements entre les distributions spatiales actuelles et futures des deux espèces. La taille des zones d'habitat a été réalisée en fonction des valeurs de probabilité de présence issues des modèles de distribution d'espèces. Ces valeurs ont été reclassées à l'aide

de la méthode des *Natural Breaks* (Jenks) appliquée aux prédictions du modèle Maxent (Phillips *et al.,* 2006), puis regroupées en deux classes :

- **Zones non favorables (0 – 0,5)** : zones à faible probabilité de présence des espèces.
- **Zones favorables (0,5 – 1) :** zones présentant des conditions environnementales optimales ou très propices à la présence des loutres.

Les cartes d'adéquation environnementale générées pour chaque espèce sous les conditions climatiques actuelles et futures (SSP2-4.5 et SSP5-8.5) ont ensuite été reclassifiées et superposées pour identifier les zones de chevauchement des habitats.

Pour intégrer une perspective de gestion, le shapefile des cours et plans d'eau du Bénin a été utilisé afin d'évaluer la couverture actuelle et future des habitats des deux espèces au sein de ces zones prioritaires pour la conservation. Cette analyse spatiale offre une vision des interactions potentielles entre les deux espèces et permet de mieux comprendre l'impact des changements climatiques sur la dynamique de l'aire commune aux deux espèces. Les résultats obtenus ont servi de base pour formuler des recommandations pour une gestion durable et adaptative des écosystèmes aquatiques.

5- Résultats

5-1- Ethnozoologie des loutres (*H. maculicollis* et *A. capensis*) dans la RB-BVO

5-1-1- Appellation locale des loutres dans la RB-BVO

Dans la RB-BVO, les loutres sont connues sous différentes appellations locales, qui varient en fonction des groupes ethniques. Les noms attribués aux loutres par les ethnies ayant participé à l'enquête, notamment les Fon, Xwla, Wémè, Goun, Toffin et Tori, sont répertoriés dans le tableau 6 ci-dessous ainsi que le taux de couverture ethnique.

Tableau 6 : Noms locaux des loutres par les différentes ethnies

Ethnies	Noms locaux	Signification	Taux de couverture ethnique (%)
Fon, Goun, Wémè, Toffin, Tori, Xwla	Adjagbê, Choukoutoton	Détruit les nasses Chien des eaux	100 %
Wémè	Wolo ; Adjagbawolo ; Woloadjagba	Destructeur des nasses	16,66 %

Toffin	Djagbê, Sêkpa	Destructeur des nasses Animal divin	16,66 %

5-1-2- Indice de Connaissance Général des communautés locales sur les loutres

Dans le cadre de cette étude, sur un total de 384 enquêtés, 208 personnes ont déclaré connaître les loutres, tandis que 176 n'en avaient aucune connaissance. Ces résultats indiquent que 54,17 % des répondants ont une certaine connaissance des loutres.

5-1-3- Usages des loutres et les services rendus aux communautés

Les loutres ont été cités par 25 % des enquêtés pour leur utilisation en tant que source de protéines animales. Il a été révélé que la loutre peut être entièrement consommée. Cependant, les enquêtés ont soulignés qu'ils préfèrent néanmoins commercialiser la tête pour sa valeur financière élevée qui peut atteindre parfois 200.000 FCFA. Les différents organes tels que Tête, pattes, peau, queue, os, poils, ongles, pénis, crâne, cœur, poumon, bile et la dent ont été cités par les enquêtés (Figure 7). Les yeux (23 %), la tête (20 %), la peau (8 %), les pattes (6 %), le pénis (6 %) et les os (5 %) sont les éléments les plus cités par les enquêtés pour les usages médicinaux et spirituels. Par ailleurs, on note au total quarante-deux (42) fonctions (Tableau 7) attribuées aux différents organes des loutres par les ethnies.

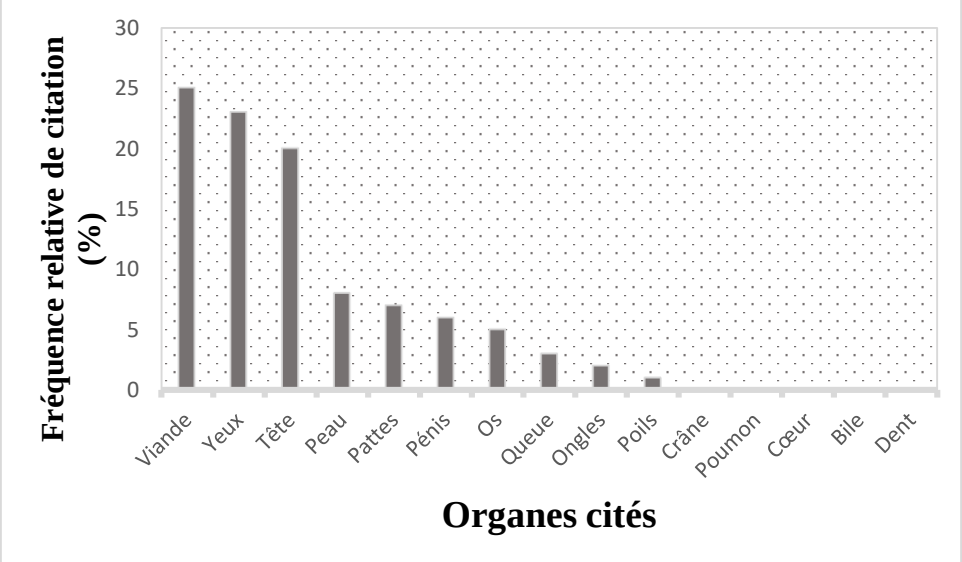


Figure 7 : Fréquence relative (%) des citations des organes de loutre utilisés dans les communautés locales

Le tableau 7 ci-dessous présente aussi bien les organes de loutres et leurs usages spécifiques en fonction de leur catégorie d'usage. Les usages spécifiques énumérés par les enquêtés se regroupent en trois (03) différentes catégories d'usage que sont : Médicinal, Spirituel et Alimentaire.

Tableau 7: Usages des loutres dans la RB-BVO

Organes utilisés	Catégorie d'usage	Usages spécifiques
Peau	Médicinale	- Guérit la fièvre
	Spirituelle	- Attire la chance - Protection contre les mauvais sorts - Participe à l'envoûtement - Facilite les visions - Se rendre invisible - Protection contre les armes blanches et munitions - Protection contre les vols - Protection divine
Os	Médicinale	- Guérit la drépanocytose - Renforcement des os de l'enfant - Reconstitution des os cassés - Rigidité des jambes
	Spirituelle	- Protection des enfants contre tout mauvais sort
Queue	Spirituelle	- Attire la chance - Participe à l'envoûtement - Protection générale
Poils	Spirituelle	- Participe à l'envoûtement
Tête	Médicinale	- Guérit la folie

	Spirituelle	- Attire la chance - Connexion entre le monde physique et le monde spirituel - Connexion et communication avec les défunts - Participe à l'envoûtement - Désenvoûtement - Établissement de fétiche - Établissement de maison - Procure une vision surnaturelle - Protection contre la sorcellerie - Introduction en sorcellerie
Peau	Médicinale	- Rigidité dans les jambes
	Spirituelle	- Attire la chance - Se rendre invisible - Voler sans se faire attraper
Yeux	Médicinale	- Soigne les affections visuelles
	Spirituelle	- Connexion entre le physique et le spirituel - Vision surnaturelle et prédiction du futur
Ongles	Spirituelle	- Attire la chance - Voler sans se faire attraper - Introduction en sorcellerie
Pénis	Médicinale	- Guérit l'impuissance sexuelle

Coeur	Spirituelle	- Procure de l'endurance
Crâne	Spirituelle	Participe à l'envoûtement
Bile	Spirituelle	Poison
Dent	Spirituelle	Facilite la réconciliation

Source : Enquête de terrain, GANSOU (2024)



Figure 8 : Tête de loutre (g) et patte de loutre (d) dans le marché de dépouille des animaux de Porto-Novo

5-1-4- Diversité des usages par ethnie

- **Analyse des Indices de Valeur d'Usage (IVU) des organes par ethnie**

Le tableau 8 ci-dessous présente les Indices de Valeur d'Usage (IVU) des Organes par ethnie. Les résultats montrent que pour certains organes, comme la viande ($p < 0,001$), ensuite la peau ($p < 0,001$), les os ($p < 0,001$), et les yeux ($p < 0,001$), il existe des différences très significatives dans les indices de valeur d'usage entre les ethnies. Cela reflète des pratiques culturelles variées et des croyances spécifiques selon les groupes. Ces variations pourraient être attribuées à des facteurs socio-culturels, économiques ou écologiques. D'autres organes, tels que le cœur ($p = 0,16$) et le poumon ($p = 0,28$), n'ont pas montré de différences significatives, suggérant une utilisation relativement homogène entre les ethnies.

Tableau 8 : Indices de Valeur d'Usage des organes par ethnie

Organes	Fon	Goun	Tofin	Tori	Wémè	Xwla	Chi2	p_value
Viande	0,0029	0,0053	0,0321	0,0046	0,0075	0,0202	97,1715	2,08E-19
Peau	0,0005	0,0014	0,0208	0,0031	0,0014	0,0178	60,326	1,04E-11
Os	0,0002	0,0011	0,0132	0,0062	0,0005	0,0143	50,7068	9,93E-10
Queue	0,0002	0,0003	0,0077	0,0031	0,0006	0,0059	18,0517	2,88E-03
Poils	0,0004	0,0002	0,0076	0,001	0,0006	0,0024	10,8909	5,36E-02
Tête	0,0004	0,0002	0,0076	0,001	0,0006	0,0024	10,8909	5,36E-02
Pattes	0,0007	0,0004	0,0151	0,0021	0,0013	0,0047	10,8909	5,36E-02
Yeux	0,0024	0,0044	0,0435	0,0135	0,0068	0,025	76,7818	3,95E-15
Ongles	0,0001	0,0002	0,0038	0,0002	0,0003	0,0047	16,1504	6,43E-03
Pénis	0,0004	0,001	0,0113	0,0072	0,0013	0,0095	25,8554	9,52E-05
Cœur	0,0001	0	0,0019	0,001	0	0	7,8949	1,62E-01
Poumon	0	0,0001	0	0,001	0	0	6,191	2,88E-01
Crâne	0	0	0,0019	0	0	0	15,6956	7,77E-03
Dent	0	0	0,0019	0	0	0	15,6956	7,77E-03
Bile	0	0	0	0,001	0	0	11,3871	4,42E-02

- **Indice de diversité de Shannon (H') pour chaque ethnie**

Tableau 9 : Indice de diversité de Shannon des différentes ethnies

Ethnies	Indice de Shannon (H')
Tori	3,15
Xwla	3,00
Fon	2,76
Toffin	2,75
Wémè	2,72
Goun	2,64

L'analyse des indices de diversité de Shannon (tableau 9) révèle des variations entre les ethnies en ce qui concernent la diversité des usages des loutres. L'ethnie Tori présente l'indice le plus élevé (H′ = 3,15), suivi des Xwla (H′ = 3,00) et des Fon (H′ = 2,76), tandis que les ethnies Goun (H′ = 2,64) et Wémè (H′ = 2,72) affichent les valeurs les plus faibles.

5-2- Distribution actuelle et future des habitats favorables aux deux espèces

5-2-1- Évaluations des modèles

Les évaluations des modèles de distribution des espèces (SDMs) pour *Hydrictis maculicollis* et *Aonyx capensis* ont donné des performances allant de faibles à excellentes selon l'algorithme utilisé (Tableau 10). Globalement, les modèles basés sur Random Forest ont obtenu les

meilleures performances, tandis que les modèles GLM ont été les moins performants. MaxEnt a offert des résultats intermédiaires pour les deux espèces.

Tableau 10 : Performances des modèles de distribution pour *Hydrictis maculicollis* et *Aonyx capensis*

Algorithme	Espèces	AUC	TSS	Interprétation
GLM	*Hydrictis maculicollis*	0,848	0,762	Faible
	Aonyx capensis	0,858	0,754	Faible
MaxEnt	*Hydrictis maculicollis*	0,903	0,802	Moyenne
	Aonyx capensis	0,899	0,760	Moyenne
Random Forest	*Hydrictis maculicollis*	0,999	0,989	Excellente
	Aonyx capensis	0,997	0,959	Excellente

5-2-2- Contribution des variables

- **Contribution des variables au modèle de *Hydrictis maculicollis***

Les résultats montrent des variations dans l'importance relative des variables selon les algorithmes utilisés.

Random Forests (RF) a mis en évidence une forte influence de la précipitation du trimestre le plus sec (bio18), qui représente 29 % de l'importance totale des variables. Ce facteur est suivi par l'amplitude thermique annuelle (bio2, 27 %) et l'isothermie (bio3, 23 %). Ces résultats révèlent que *Hydrictis maculicollis* est particulièrement sensible aux variations climatiques, notamment aux périodes de sécheresse qui peuvent impacter la disponibilité des ressources aquatiques. Le modèle GLM, quant à lui, attribue un rôle majeur à bio2 (43 %), indiquant une forte dépendance aux variations de température. Les précipitations, bien que toujours importants, occupent une place secondaire avec bio18 (23 %) et bio8 (3 %), précipitations du trimestre le plus humide). Cette configuration met en lumière une réponse aux fluctuations thermiques. MaxEnt, en revanche, adopte une approche différente en identifiant bio18 (95 %) comme la variable la plus influente, suivi de bio2 (26 %). Contrairement aux autres modèles, bio8 affiche une faible contribution (5 %), ce qui suggère que cet algorithme privilégie davantage les conditions d'humidité élevées pour prédire la présence de l'espèce.

La figure 8 et le tableau 11 ci-dessous offrent une meilleure visualisation de ces tendances. Cette figure présente les courbes de réponse des variables, révélant comment la probabilité de présence de *Hydrictis maculicollis* évolue en fonction de ces facteurs environnementaux.

L'ensemble de ces résultats suggère que la répartition de l'espèce repose sur une interaction complexe entre les paramètres thermiques et hydriques. Si les précipitations du trimestre le plus sec (bio18) influencent la distribution selon RF et GLM et MaxEnt, les précipitations du trimestre le plus humide (bio8) influencent quant à elles faiblement la distribution selon les trois modèles. Ces divergences soulignent la nécessité de considérer plusieurs approches de modélisation pour mieux cerner les contraintes environnementales pesant sur *Hydrictis maculicollis*.

Tableau 11 : Contribution des variables au modèle de *Hydrictis maculicollis*

Algorithmes	Variables	Importance globale
RANDOM FORESTS	Bio 18	0,29
	Bio 2	0,27
	Bio 3	0,23
	Bio 8	0,11
GENERALIZED LINEAR MODEL	Bio 18	0,23
	Bio 2	0,43
	Bio 3	0,07
	Bio 8	0,03
MAXIMUM ENTROPY	Bio 18	0,95
	Bio 2	0,26
	Bio 3	0,08
	Bio 8	0,05

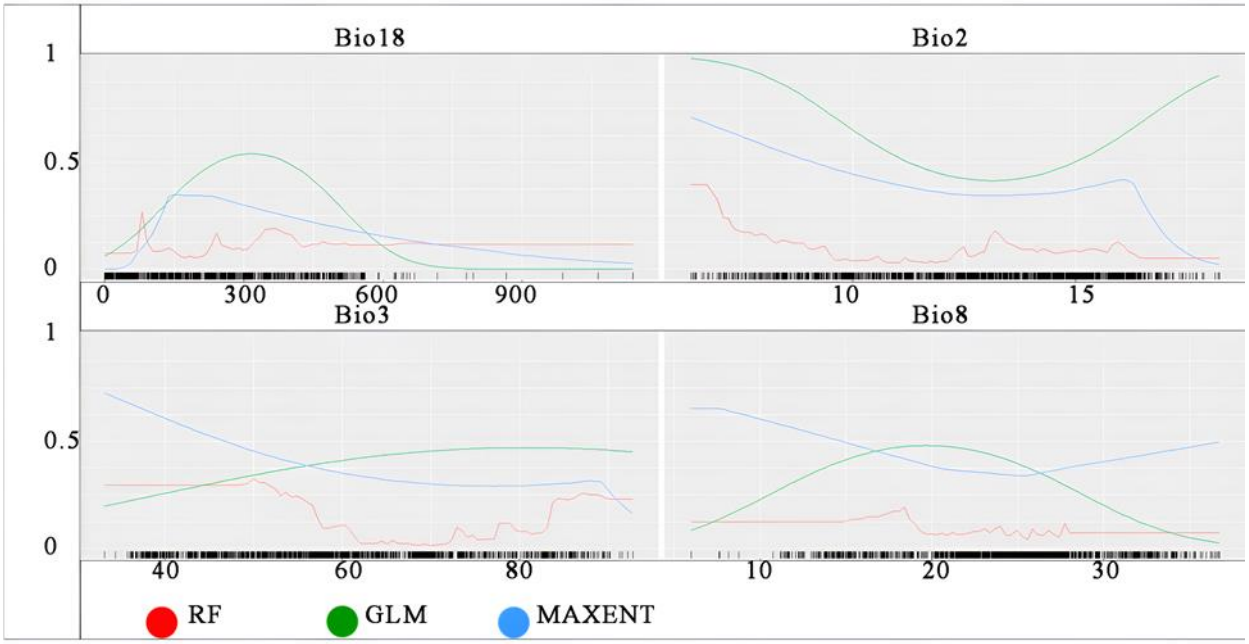


Figure 9 : Courbes de Réponse des Variables de *Hydrictis maculicollis*

- **Contribution des variables au modèle de *Aonyx capensis***

Les résultats obtenus révèlent des différences notables entre les algorithmes en ce qui concernent l'importance attribuée aux variables climatiques.

Random Forests (RF) met en évidence un rôle dominant des prélèvements saisonniers (bio14), qui contribue à 31 % du pouvoir explicatif du modèle. Ce facteur est suivi de bio9 (précipitations du mois le plus sec, 26 %) et bio2 (amplitude thermique annuelle, 21 %). Cette hiérarchisation indique que *Aonyx capensis* est fortement influencée par les variations de prélèvement, notamment pendant les périodes de sécheresse, ce qui pourrait affecter la disponibilité des ressources aquatiques et la stabilité des habitats. Le modèle GLM, quant à lui, accorde une importance prépondérante à bio2 (52 %), suggérant que les variations thermiques constituent un déterminant majeur de la répartition de l'espèce. Les variables bio3 (isothermie, 22 %) et bio9 (18 %) occupent une place secondaire, indiquant que les interactions entre température et humidité sont essentielles dans la dynamique de distribution de *A. capensis* selon cette approche. MaxEnt, de son côté, adopte une répartition plus équilibrée des contributions des variables environnementales. Bio2 (31 %) reste la variable la plus influente, mais bio3 (28 %) et bio9 (22 %) occupent également des rôles significatifs. Cette approche suggère que la répartition de *Aonyx capensis* est façonnée par une combinaison de facteurs hydriques et thermiques, avec une sensibilité particulière aux variations de prélèvement.

La figure 9 illustre les courbes de réponse des variables et met en évidence des tendances spécifiques. On observe, par exemple, que l'augmentation des poussées saisonnières (bio14) est

associée à une probabilité accrue de présence de l'espèce, tandis que les variations d'amplitude thermique (bio2) présentent des effets non linéaires, indiquant une sensibilité à des seuils écologiques précis.

En somme, ces résultats mettent en lumière la complexité des interactions entre les facteurs climatiques influençant la répartition de *Aonyx capensis*. Si les résultats apparaissent comme un déterminant essentiel dans les modèles RF et MaxEnt, les variations thermiques dominent l'approche GLM. Ces divergences méthodologiques renforcent l'intérêt d'une approche comparative pour affiner la compréhension des besoins écologiques de l'espèce et anticiper ses réponses aux changements climatiques futurs.

Tableau 12 : Contribution des variables au modèle de *Aonyx capensis*

Algorithmes	Variables	Importance globale (%)
RANDOM FORESTS	Bio 14	0,31
	Bio 2	0,21
	Bio 3	0,14
	Bio 9	0,26
GENERALIZED LINEAR MODEL	Bio 14	0,17
	Bio 2	0,52
	Bio 3	0,22
	Bio 9	0,18
MAXIMUM ENTROPY	Bio 14	0,10
	Bio 2	0,31
	Bio 3	0,28
	Bio 9	0,22

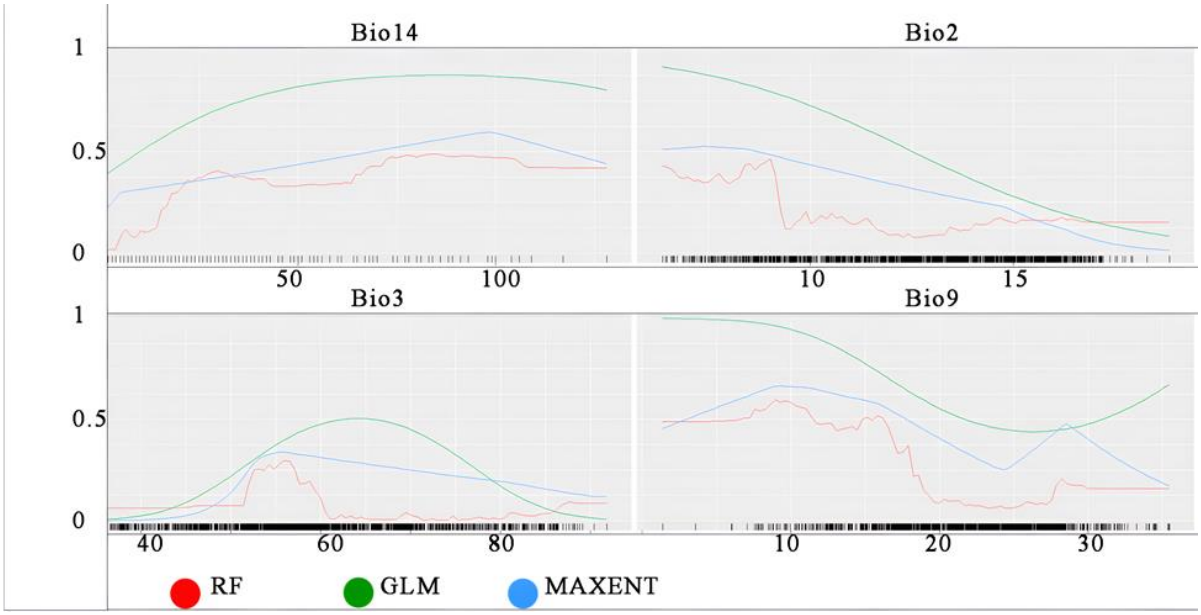


Figure 10 : Courbes de Réponse des Variables de *Aonyx capensis*

5-2-3- Distribution actuelle et future des habitats favorables de *Hydrictis maculicollis* au Bénin

Les résultats du modèle Random Forest (RF), retenu pour sa robustesse (AUC = 0,999 ; TSS = 0,989), mettent en évidence des transformations dans la distribution spatiale de *Hydrictis maculicollis* à l'horizon 2050, sous les scénarios climatiques SSP2-4.5 et SSP5-8.5 (tableau 13).

Actuellement, l'espèce dispose d'environ 33 014 km² d'habitats favorables, contre 82 196 km² de zones non favorables. Cette répartition traduit déjà une disponibilité limitée d'habitats adaptés. Les projections montrent une réduction marquée des zones favorables, estimée à – 28,84 % sous SSP2-4.5 et -45,34 % sous SSP5-8.5. Ces pertes soulignent une contraction significative des habitats adaptés, compromettant la résilience écologique de l'espèce face aux perturbations climatiques. Parallèlement, les zones non favorables s'étendent fortement, avec une hausse de +21,74 % sous SSP2-4.5 et +11,40 % sous SSP5-8.5. Cette progression traduit une intensification des conditions environnementales défavorables, accentuant la vulnérabilité de l'espèce. Dans l'ensemble, ces résultats indiquent que le changement climatique constitue une menace directe pour la viabilité à long terme de *H. maculicollis*, en réduisant les habitats favorables et en renforçant la domination des milieux défavorables.

Tableau 13 : Variation des aires favorables à *H. maculicollis*

	Non Favorable		Favorable	
	Etendue (km²)	**Tendance (%)**	**Etendue (km²)**	**Tendance (%)**
Présent	82196	-	33014	-
SSP2-4.5	100063	+21,74	23494	-28,84
SSP5-8.5	91569	+11,40	14971	-45,34

Les trois figures suivantes (10, 11 et 12) illustrent la répartition spatiale actuelle et future de *Hydrictis maculicollis* au Bénin, sous les scénarios climatiques SSP2-4.5 et SSP5-8.5 à l'horizon 2050. Actuellement, les habitats favorables se concentrent principalement dans le sud du pays, autour des grands écosystèmes aquatiques tels que les lacs Nokoué et Ahémé, ainsi que les fleuves Mono et Ouémé. Ces zones, essentielles à la survie de l'espèce, demeurent présentes dans les projections futures, bien que leur superficie tende à se réduire. Sous le scénario SSP2-4.5, les habitats favorables connaissent une régression accompagnée d'une fragmentation accrue, tandis que sous le SSP5-8.5, ils persistent mais de manière plus restreinte

et dispersée. La majeure partie du centre et du nord du pays reste classée comme non favorable dans l'ensemble des scénarios, reflétant un déficit de conditions écologiques adaptées à l'espèce. Ces résultats mettent en évidence une réduction globale des zones favorables et une extension des habitats non favorables, soulignant l'importance de concentrer les efforts de conservation sur les écosystèmes aquatiques du sud et de renforcer des mesures de restauration écologique pour atténuer les impacts du changement climatique.

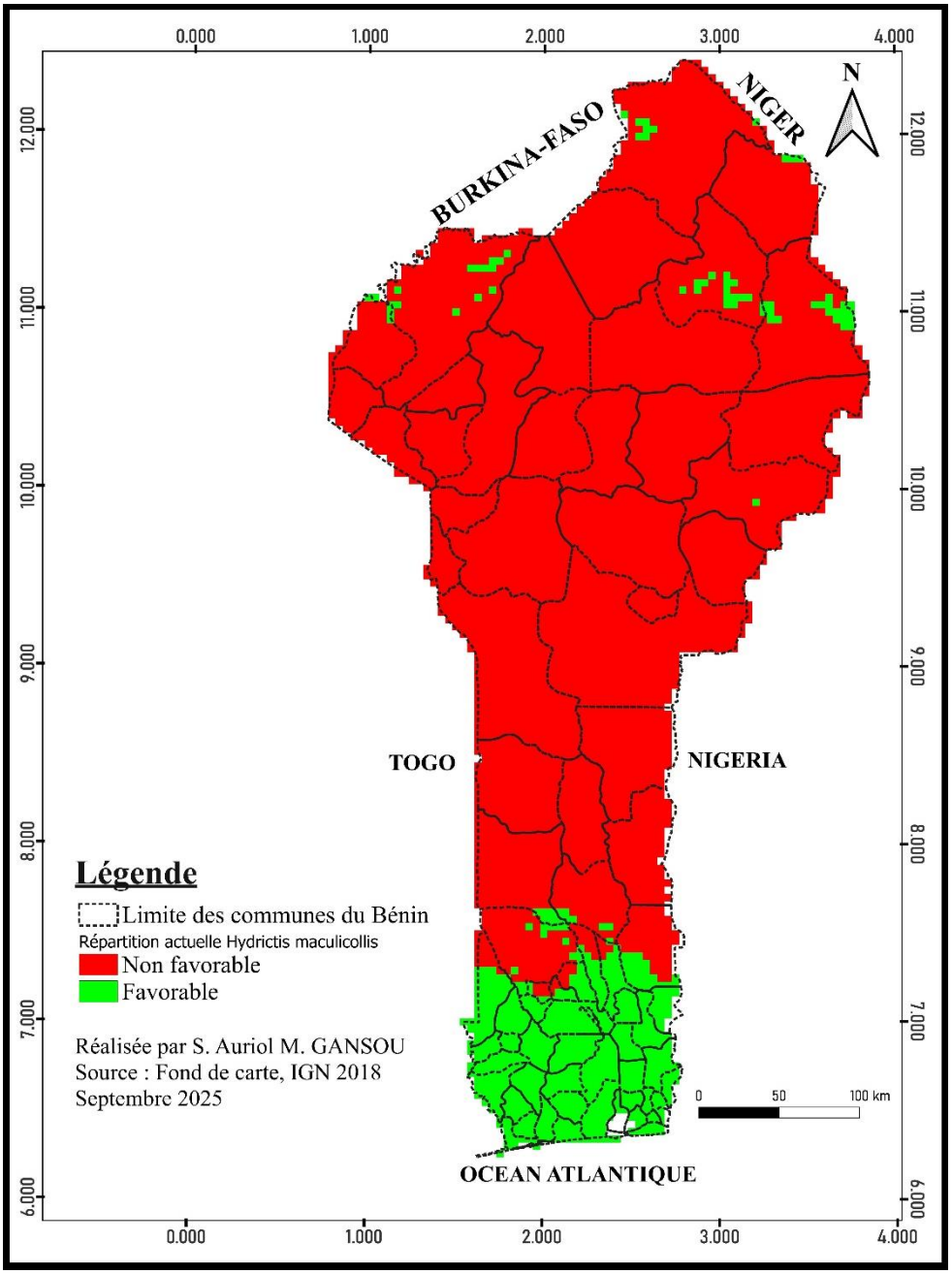


Figure 11 : Répartition actuelle des habitats favorables de *Hydrictis maculicollis*

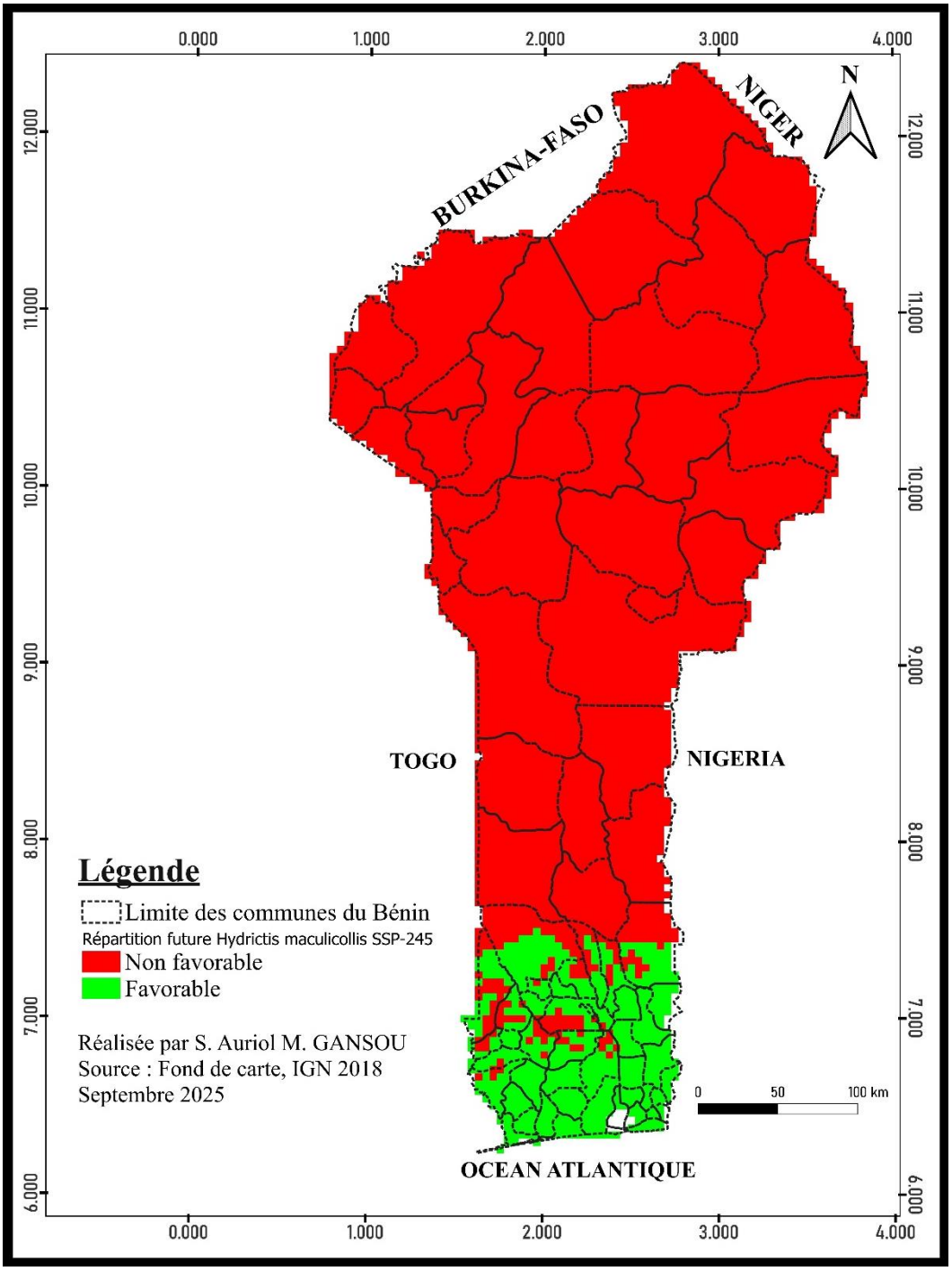


Figure 12 : Projection de la distribution spatiale de *Hydrictis maculicollis* sous le scénario SSP-245 à l'horizon 2050 au Bénin

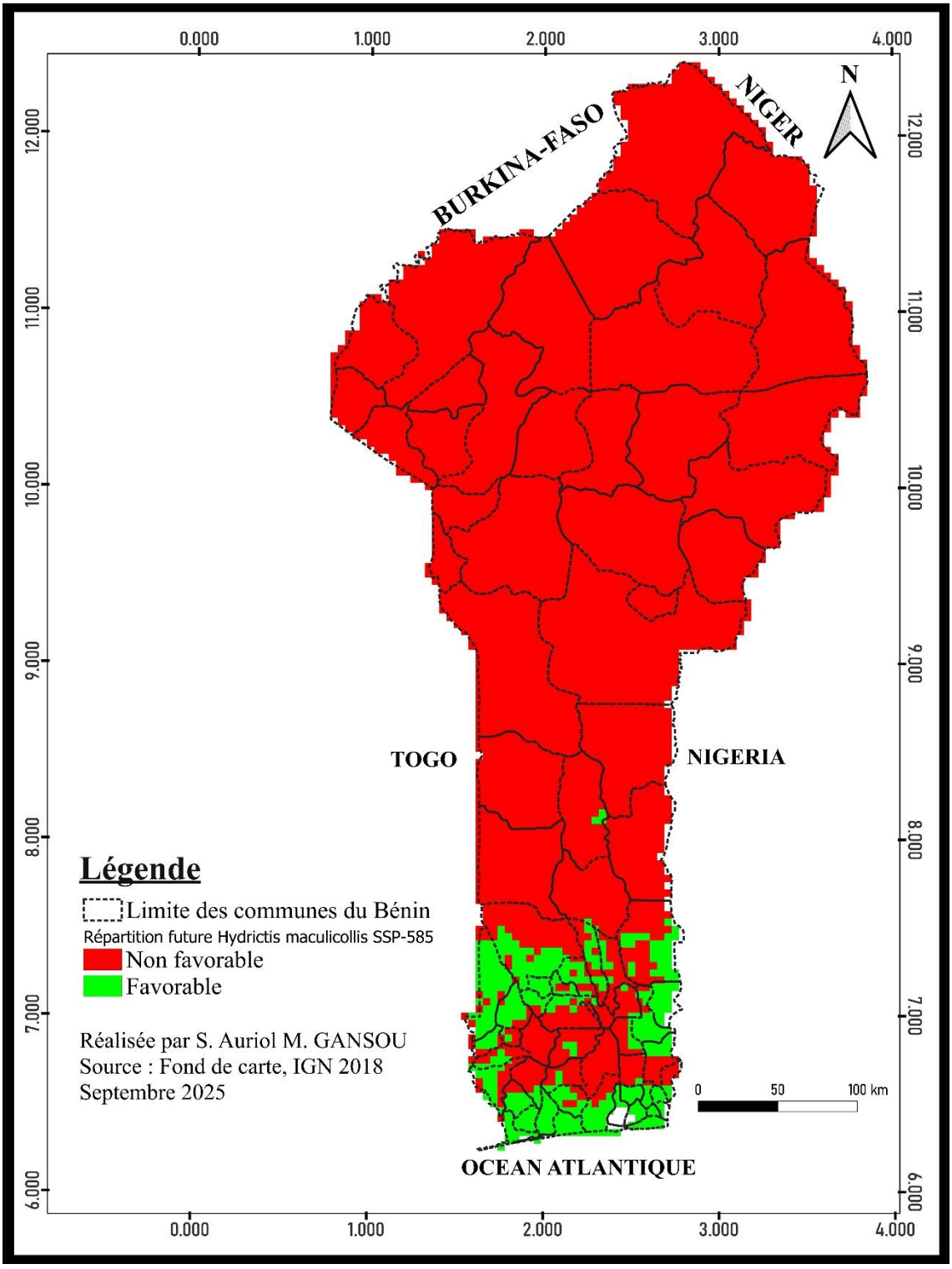


Figure 13 : Projection de la distribution spatiale de *Hydrictis maculicollis* sous le scénario SSP 585 à l'horizon 2050 au Bénin

5-2-4- Distribution actuelle et future des habitats favorables de *Aonyx capensis* au Bénin

Les résultats du tableau 14 montrent les changements projetés dans la répartition des habitats favorables et non favorables de *Aonyx capensis* au Bénin à l'horizon 2050. Actuellement, l'espèce dispose d'une proportion importante d'habitats favorables (38 625 km²) situés principalement dans le sud et le centre du pays. Sous le scénario SSP2-4.5, les zones non favorables diminuent légèrement (-0,60 %), tandis que les habitats favorables connaissent une faible baisse (-1,4 %), indiquant une relative stabilité des conditions écologiques. En revanche, sous SSP5-8.5, les habitats non favorables augmentent (+5,67 %) et les favorables diminuent nettement (-10,98 %), traduisant une perte de superficies adaptées. Cette tendance révèle un risque de réduction et de fragmentation des habitats propices, ce qui pourrait accentuer les pressions sur les populations de l'espèce. Dans l'ensemble, les projections suggèrent que *Aonyx capensis* conservera une partie de ses habitats favorables, mais que leur surface et leur connectivité pourraient être compromises sous les scénarios climatiques les plus sévères.

Tableau 14 : Variation des aires favorables de *Aonyx capensis.*

	Non Favorable		Favorable	
	Etendue (km²)	**Tendance (%)**	**Etendue (km²)**	**Tendance (%)**
Présent	76396	-	38625	-
SSP2-4.5	75934	-0.60	39165	-1,4
SSP5-8.5	80728	+5.67	34385	+10,98

Les figures 13, 14 et 15 présentent la répartition spatiale actuelle et future des habitats favorables de *Aonyx capensis* au Bénin. La figure 13 montre que les habitats non favorables (en rouge) couvrent la majeure partie du centre et du nord du pays, tandis que les habitats favorables (en vert) se concentrent essentiellement dans le sud, notamment autour des zones humides et des cours d'eau. Cette répartition traduit la forte dépendance de l'espèce aux écosystèmes aquatiques méridionaux. Sous le scénario SSP2-4.5 (figure 14), la distribution reste relativement stable par rapport à la situation actuelle, avec une légère diminution des superficies favorables et une progression marginale des zones non favorables. Cette tendance indique que, même dans un contexte climatique modéré, certaines zones propices pourraient se dégrader. En revanche, sous le scénario SSP5-8.5 (figure 15), les habitats favorables connaissent une contraction plus marquée au profit des zones non favorables, ce qui reflète l'impact négatif d'un réchauffement climatique plus intense. De manière générale, ces projections confirment que

Aonyx capensis conservera une partie de ses habitats favorables dans le sud du pays, mais que ceux-ci risquent de se réduire et de s'isoler davantage avec l'intensification des changements climatiques. Cela souligne la nécessité de préserver et restaurer les écosystèmes aquatiques, afin de maintenir la viabilité de l'espèce à long terme

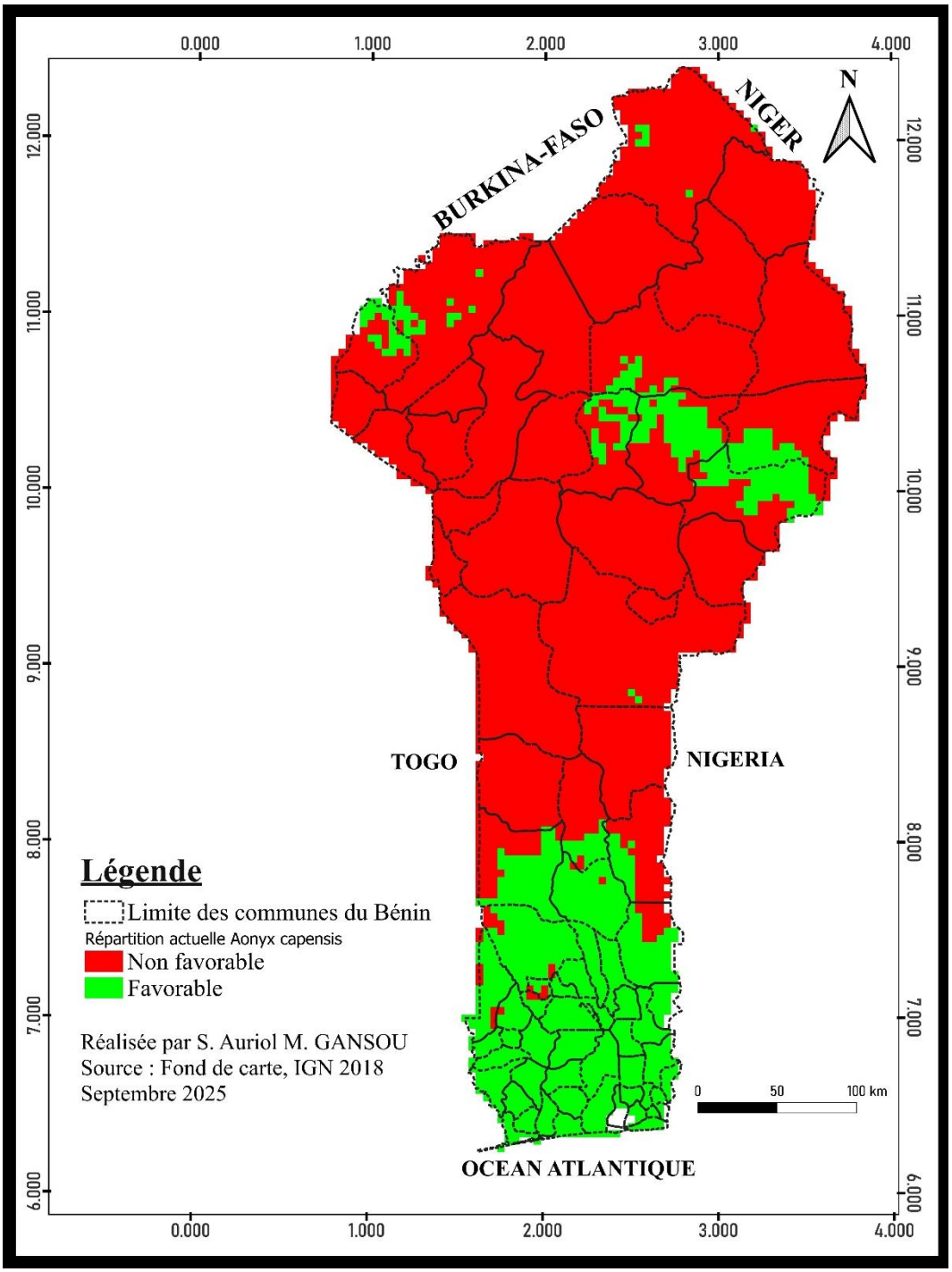


Figure 14 : Répartition actuelle des habitats favorables de *Aonyx capensis*

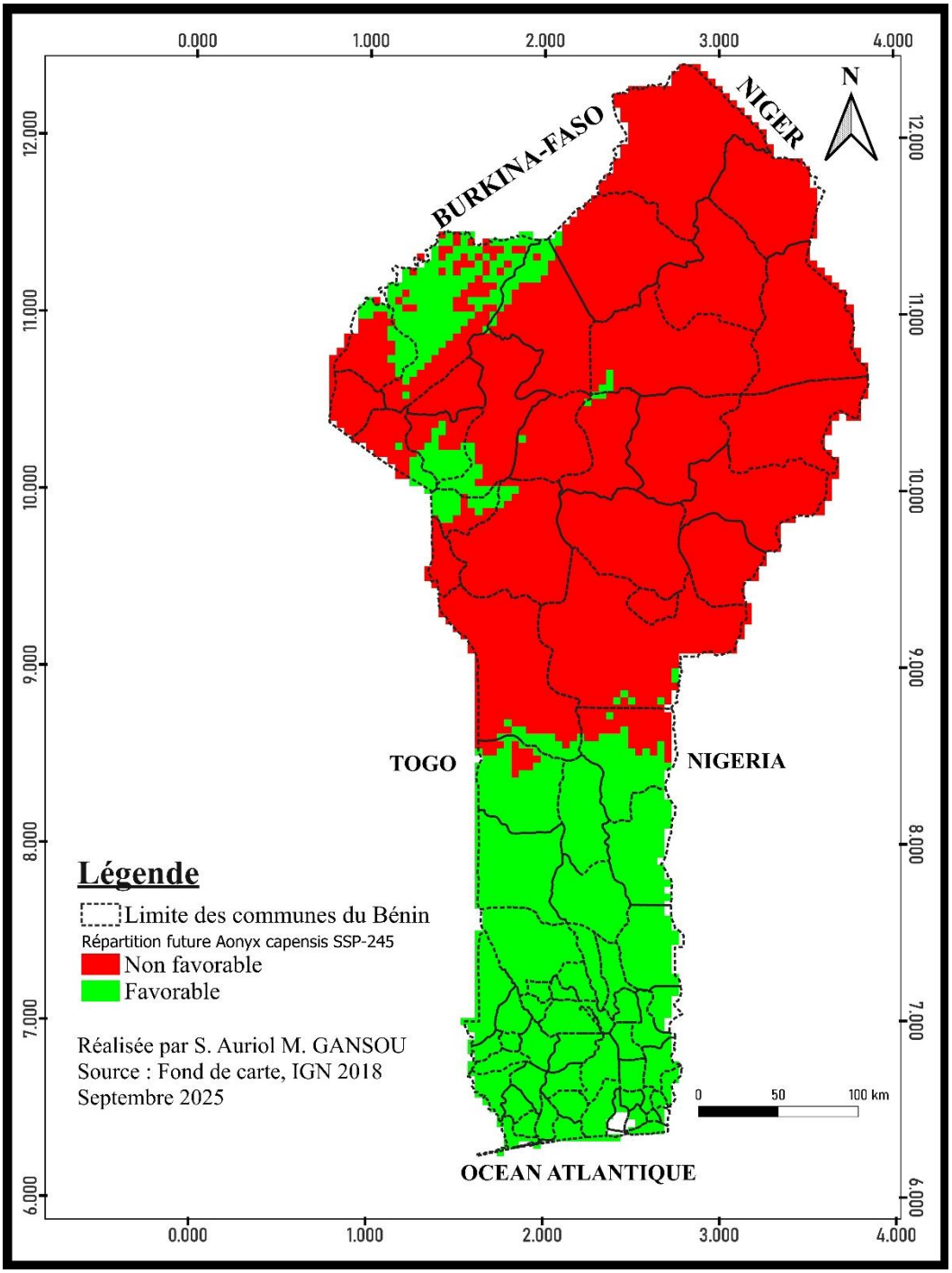


Figure 15 : Projection de la distribution spatiale de *Aonyx capensis* sous le scénario SSP2-4.5 à l'horizon 2050 au Bénin

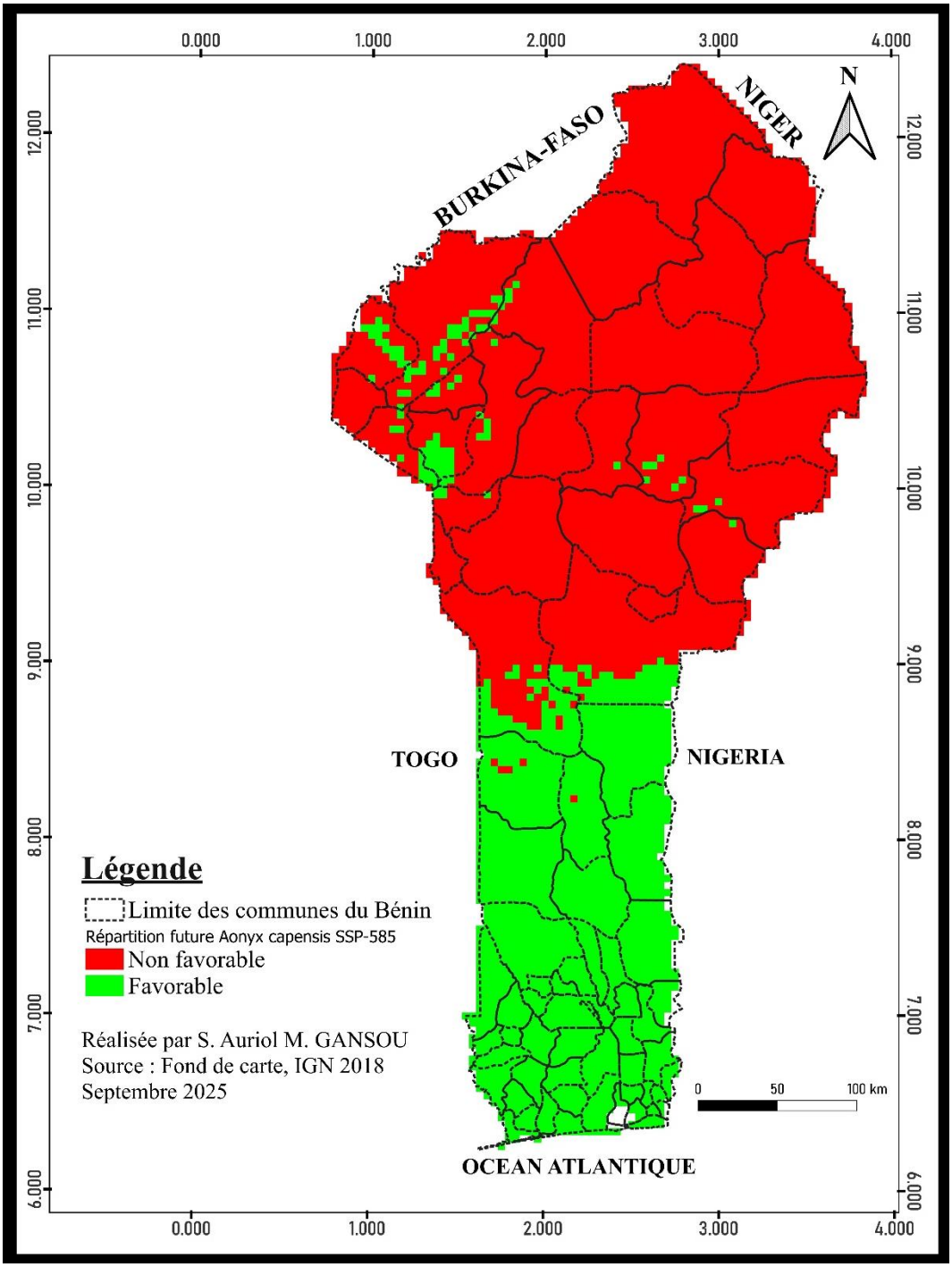


Figure 16 : Projection de la distribution spatiale de *Aonyx capensis* sous le scénario SSP5-8.5 à l'horizon 2050 au Bénin

5-3- Caractérisation de l'interaction des espèces *Hydrictis maculicollis* et *Aonyx capensis* dans le contexte des changements climatiques au Bénin

5-3-1- Variation des aires favorables à *Hydrictis maculicollis* et *Aonyx capensis*

Le tableau 15 révèle des tendances significatives dans l'évolution des zones favorables et non favorables à l'interaction écologique entre *A. capensis* et *H. maculicollis* dans le contexte des changements climatiques. Les zones non favorables pour la co-occurrence des deux espèces augmentent progressivement, passant de 71 918 km² à 75 612 km² sous SSP2-4.5 (+5,14 %) et à 80 577 km² sous SSP5-8.5 (+12,04 %). Cela témoigne d'un environnement de plus en plus hostile à leur interaction écologique. Les zones favorables uniquement pour *H. maculicollis*, mais non favorables pour *A. capensis* montrent une diminution considérable, de 4 384 km² à 294 km² sous SSP2-4.5 (-93,29 %) et à 127 km² sous SSP5-8.5 (-97,10 %). Cette forte réduction traduit une perte significative d'habitat pour *H. maculicollis*, qui pourrait être particulièrement vulnérable aux impacts climatiques.

En revanche, les zones favorables uniquement pour *A. capensis*, mais non favorables pour *H. maculicollis* augmentent considérablement sous SSP2-4.5, atteignant 24 443 km² (+142,85 %) contre 10 067 km² actuellement. Cependant, cette tendance est moins marquée sous SSP5-8.5, avec une étendue de 10 977 km² (+9,04 %). Cela laisse entrevoir une certaine capacité d'adaptation de *A. capensis*, bien que limitée dans des scénarios climatiques plus extrêmes. Les zones favorables pour l'interaction des deux espèces, essentielles à leur coexistence, diminuent de manière préoccupante. De 28 667 km² à l'heure actuelle, elles se réduisent à 14 691 km² sous SSP2-4.5 (-48,73 %) et à 23 418 km² sous SSP5-8.5 (-18,30 %). Cette réduction pourrait limiter les interactions écologiques entre *A. capensis* et *H. maculicollis* et compromettre leurs dynamiques dans le futur.

Tableau 15 : Tendances significatives dans l'évolution des zones favorables et non favorables à l'interaction écologique entre *A. capensis* et *H. maculicollis*

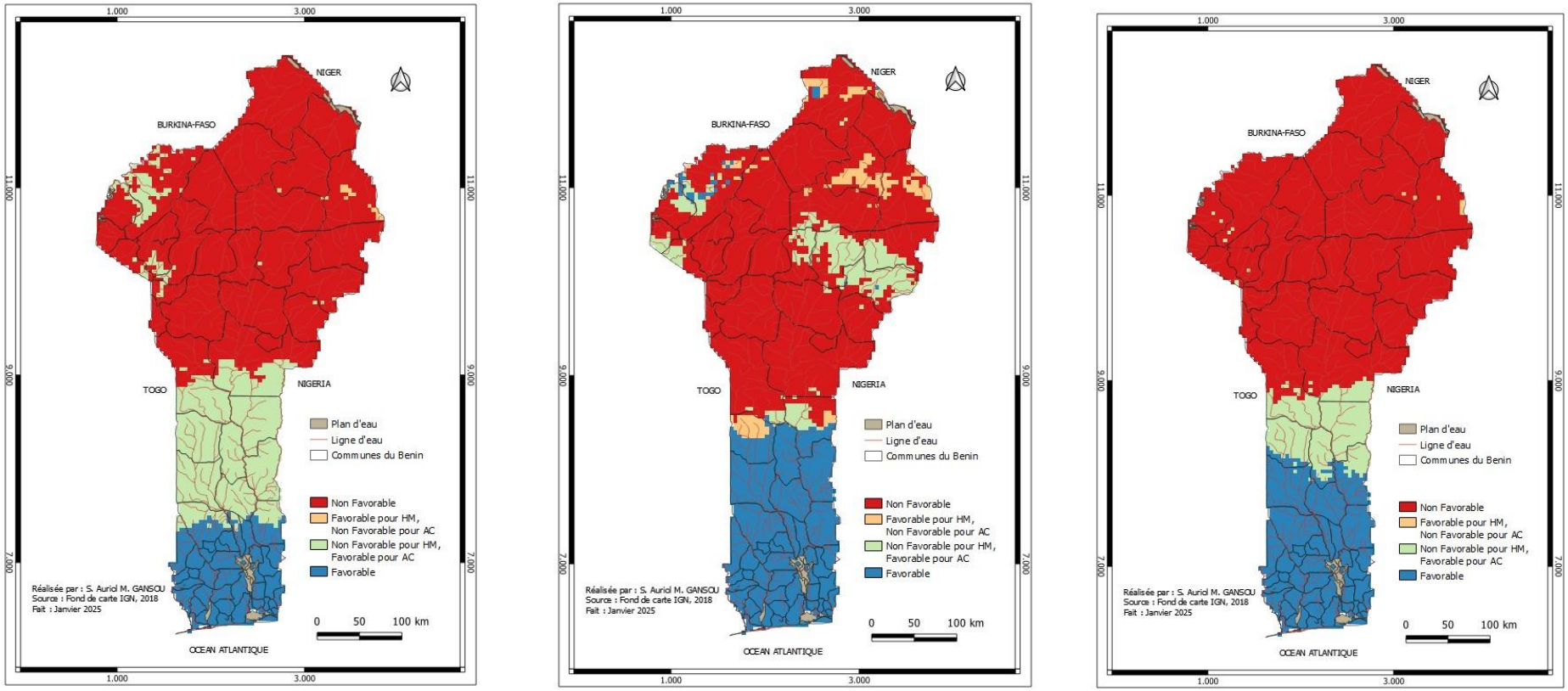
	Non favorable pour les espèces		Favorable pour HM, Non favorable pour AC		Favorable pour AC, Non favorable pour HM		Favorable pour les espèces	
	Etendue (Km^2)	**Tendance (%)**	**Etendue (Km^2)**	**Tendance (%)**	**Etendue (Km^2)**	**Tendance (%)**	**Etendue (Km^2)**	**Tendance (%)**
Présent	71.918	-	4384	-	10.067	-	28.667	-
SSP2-4.5	75.612	+5,14	294	-93,29	24.443	+142,82	14.691	-48,78
SSP5-4.5	80.577	+12,04	127	-97,10	10.977	+9,04	23.418	-18,30

5-3-2- Distribution actuelle et future des habitats favorables de l'interaction des espèces *H. maculicollis* et *A. capensis*

Les cartes a, b et c de la figure 16 présentent les distributions actuelle et future des habitats favorables à l'interaction entre les espèces *H. maculicollis* et *A. capensis* au Bénin, selon différents scénarios climatiques projetés à l'horizon 2050. Ces représentations mettent en lumière les régions où ces espèces aquatiques pourraient coexister de manière optimale, en relation avec les principaux cours d'eau du pays.

La carte a, représentant la situation actuelle, montre que les habitats favorables (28.667 Km^2) à cette interaction se concentrent essentiellement dans le sud du pays. Ces zones incluent principalement les environs du lac Nokoué, du lac Ahémé, du lac Toho, du fleuve Ouémé, ainsi que du fleuve Mono. Ces plans et cours d'eau constituent des écosystèmes clés où les conditions hydriques et climatiques soutiennent l'interaction des deux espèces. À l'inverse, une large partie du centre et du nord du pays reste défavorable (71.918 Km^2), en raison de conditions climatiques plus sèches et de l'absence de cours d'eau majeurs. Dans le cadre du scénario climatique SSP245, illustré par la carte b, une légère contraction des zones favorables (14.691 Km^2) est observée. Les habitats situés autour du fleuve Mono, du lac Nokoué, du lac Ahémé, et de certaines portions du fleuve Ouémé demeurent propices à l'interaction. Cette projection met en évidence la vulnérabilité des écosystèmes aquatiques aux changements climatiques, même dans un scénario modéré. La carte c, correspondant au scénario climatique extrême SSP585, indique une réduction drastique des zones favorables (23.418 Km^2). Les habitats propices se limitent presque exclusivement aux environs du fleuve Mono, du lac Nokoué, et du lac Ahémé, tandis que d'autres plans d'eau, tels que le lac Toho, pourraient ne plus offrir les conditions idéales pour la coexistence des deux espèces. Ces régions deviennent donc des

refuges critiques pour la survie de ces espèces aquatiques. Ainsi, les résultats soulignent l'importance stratégique des cours d'eau mentionnés, en particulier ceux situés dans le sud du Bénin. Ils nécessitent des mesures de conservation urgentes pour protéger ces habitats et assurer la résilience des espèces *H. maculicollis* et *A. capensis* face aux impacts croissants des changements climatiques.



a. Présent **b. Futur SSP245** **c. Futur SSP585**

Figure 17 : Distributions actuelle et future des habitats favorables de l'interaction des espèces *H. maculicollis* et *A. capensis* à l'horizon 2050.

6- Discussion

Cette étude a permis de renforcer les connaissances sur les loutres à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*) et à joues blanches (*Aonyx capensis*) dans la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO). Trois axes principaux ont été explorés : l'importance ethnozoologique de ces espèces, leur distribution spatiale actuelle et future, et les interactions entre leurs aires de répartition dans un contexte de changement climatique. La présente discussion s'appuie sur la littérature existante et les données de terrain pour interpréter les principaux résultats.

6.1. Importance ethnozoologique des loutres

L'étude ethnozoologique a mis en évidence des interactions complexes entre les communautés locales et les loutres, traduisant une relation à la fois utilitaire, symbolique et spirituelle. Ces interactions se matérialisent principalement par des usages alimentaires, médicinaux et spirituels. L'utilisation de la viande de loutre comme source de protéines animales, bien que secondaire par rapport aux espèces halieutiques ou aux rongeurs de brousse, demeure importante dans certaines localités où les populations connaissent une forte dépendance aux ressources aquatiques. Des observations similaires ont été rapportées par Djagoun *et al.* (2018) au Bénin, confirmant que la faune sauvage continue d'occuper une place importante dans la sécurité alimentaire des communautés rurales.

Au-delà de l'usage alimentaire, la dimension médicinale et spirituelle est particulièrement prononcée. Les peaux, les dents, les pattes, les têtes ou certaines parties internes de la loutre sont utilisés dans des préparations médicinales traditionnelles visant à traiter diverses affections ou à conférer force et protection à l'utilisateur. Ce type de savoir, transmis oralement de génération en génération, illustre la forte valeur symbolique attribuée à l'animal. Comme l'ont souligné Alves and Souto (2015), l'ethnozoologie met en lumière le rôle de la biodiversité comme réservoir de connaissances thérapeutiques et culturelles, souvent négligées par les politiques de conservation. Dans le contexte béninois, ces pratiques peuvent varier selon les groupes ethniques mais traduisent une relative homogénéité culturelle, sans doute due à une transmission interculturelle des savoirs ou à une exposition aux mêmes écosystèmes aquatiques (Berkes, 2012).

Cependant, si ces pratiques témoignent de la richesse culturelle des communautés locales, elles posent également la question de leur durabilité. La pression exercée sur les populations de loutres, déjà vulnérables face à la dégradation des habitats et au changement climatique, risque

d'accentuer leur déclin. Comme l'ont montré Sillero-Zubiri *et al.*, (2004) pour d'autres carnivores africains, la chasse à des fins culturelles peut constituer une menace non négligeable lorsque les effectifs sont réduits. Cette situation souligne la nécessité d'une approche de conservation inclusive qui prenne en compte la valeur culturelle des loutres pour les populations locales, plutôt que d'imposer des mesures restrictives souvent mal acceptées.

L'intégration des savoirs traditionnels dans les stratégies de gestion et de conservation apparaît dès lors essentielle. Selon Colding et Folke (2001), la reconnaissance des pratiques locales dans la gouvernance environnementale accroît l'acceptabilité sociale et favorise une meilleure appropriation des initiatives de conservation. Dans le cas spécifique de la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé, cette intégration pourrait se traduire par des programmes de sensibilisation insistant sur les conséquences écologiques de l'exploitation des loutres, tout en promouvant des alternatives viables comme l'écotourisme faunique, la valorisation d'espèces non menacées ou encore la mise en place de systèmes de compensation écologique.

En somme, les résultats révèlent que les loutres occupent une place ambiguë dans les représentations et les pratiques locales : à la fois ressource et patrimoine culturel. Reconnaître cette double dimension constitue un préalable indispensable à toute stratégie de conservation durable dans un contexte marqué par de fortes pressions anthropiques et par les effets croissants des changements climatiques.

6.2. Distribution spatiale des deux espèces

L'analyse des modèles de niche écologique met en évidence une forte dépendance des deux espèces de loutres étudiées vis-à-vis des zones humides et des réseaux hydrographiques. Ces milieux jouent un rôle structurant dans leur écologie, en leur fournissant à la fois des ressources trophiques et des abris essentiels pour la reproduction et le repos. Chez *Hydrictis maculicollis*, espèce semi-aquatique fortement inféodée aux cours d'eau et marécages, la répartition est particulièrement influencée par la précipitation enregistrée au cours du trimestre le plus sec (bio18) ainsi que par l'amplitude thermique journalière (bio2). Ces résultats corroborent les observations de Jacques *et al*. (2021), qui ont montré que la variabilité climatique saisonnière conditionne non seulement la disponibilité en proies aquatiques (poissons, crustacés), mais également la qualité des abris naturels. Dans les zones où la sécheresse est marquée, la fragmentation des plans d'eau réduit considérablement la connectivité écologique, limitant ainsi les déplacements et l'expansion des populations.

En revanche, *Aonyx capensis* présente une distribution spatiale légèrement différente, davantage influencée par les variations de précipitations saisonnières (bio14) et par le degré

d'isothermie (bio3). Cette espèce, dont l'écologie alimentaire est plus diversifiée, semble capable d'exploiter un spectre plus large de niches écologiques, en s'adaptant à des milieux allant des grands fleuves aux zones marécageuses (Reed-Smith *et al*., 2010). Sa capacité d'adaptation aux fluctuations hydrologiques, couplée à une tolérance plus élevée aux variations de température, traduit une plasticité écologique plus importante que celle de *H. maculicollis* (Jacques *et al*., 2021). Toutefois, cette résilience apparente reste limitée face à l'intensification des pressions anthropiques.

En effet, la distribution spatiale de ces deux espèces est fortement compromise par les dynamiques d'occupation des sols. L'urbanisation accélérée, la déforestation des zones riveraines et la pollution aquatique engendrée par les rejets domestiques et agricoles participent à la fragmentation et à la dégradation de leurs habitats (Dognimon *et al*., 2019 ; Emblenton *et al,* 2019). La modification du couvert végétal le long des berges entraîne une réduction de la disponibilité en abris, tandis que l'érosion et l'envasement des cours d'eau modifient la structure des habitats aquatiques. Par ailleurs, la surexploitation halieutique réduit la disponibilité des proies, ce qui accentue la compétition avec les communautés locales de pêcheurs (Kruuk, 2006 ; Somers et Nel, 2013).

Dans la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO), ces pressions se traduisent par une contraction progressive des zones de présence des deux espèces, concentrées désormais dans des poches d'habitats encore fonctionnels. Une telle distribution restreinte augmente leur vulnérabilité aux perturbations stochastiques (crues, pollution accidentelle, incendies). Pour contrer ces menaces, la préservation des habitats critiques, la mise en œuvre de programmes de restauration écologique des berges, ainsi que la régulation des activités humaines apparaissent comme des mesures prioritaires (Duplaix et Savage, 2018 ; Jacques *et al,* 2021). Ces actions, en renforçant la connectivité écologique entre les différents habitats aquatiques, constituent une condition sine qua non pour le maintien des populations de loutres et, plus largement, pour la résilience des écosystèmes aquatiques de la RB-BVO.

6.3. Interactions entre les répartitions spatiales présentes et futures

Les projections futures mettent en évidence des transformations notables dans les aires de répartition d'*Hydrictis maculicollis* et d'*Aonyx capensis*, sous l'effet des changements climatiques. Selon les scénarios d'émissions SSP2-4.5 (stabilisation intermédiaire) et SSP5-8.5 (fortes émissions), une contraction significative des habitats favorables est attendue, particulièrement dans les zones déjà soumises à une forte pression anthropique (IPCC, 2022). Cette réduction de l'habitabilité pourrait s'accompagner d'un accroissement du chevauchement

des niches écologiques, accentuant la probabilité d'interactions compétitives entre les deux espèces dans les zones où l'espace aquatique est limité (Koehn *et al*, 2011 ; Somers et Nel, 2013).

La compétition potentielle pourrait concerner en premier lieu l'accès aux ressources alimentaires. *A. capensis* se nourrit principalement de crabes et de mollusques (Kruuk, 2006), tandis que *H. maculicollis* adopte une alimentation plus diversifiée, incluant poissons et amphibiens (Jacques *et al*, 2015). Toutefois, dans un contexte de raréfaction des ressources due aux fluctuations hydrologiques et à la dégradation des habitats aquatiques, cette différenciation trophique pourrait ne plus suffire à limiter les conflits interspécifiques (Reuther *et al*, 2000). Les zones de forte densité humaine, caractérisées par la pollution, la surpêche et la destruction des berges, risquent d'aggraver ces tensions, rendant la coexistence plus difficile (Reed-Smith *et al*, 2014).

Les mécanismes de coexistence entre les deux loutres restent encore peu documentés en Afrique subsaharienne, ce qui complique l'anticipation des impacts écologiques futurs (Somers et Nel, 2013). Néanmoins, certains travaux suggèrent que la plasticité comportementale des loutres, notamment leur capacité à adapter leur régime alimentaire et leurs activités en fonction de la disponibilité en proies, pourrait atténuer la compétition (Roos *et al.,* 2015). Cette flexibilité écologique pourrait constituer un atout face à la variabilité climatique, mais elle dépend fortement de la présence d'habitats connectés et fonctionnels.

Dès lors, la mise en place de corridors écologiques reliant les habitats fragmentés apparaît comme une stratégie essentielle pour permettre la dispersion et réduire les risques de conflits interspécifiques (Dutta *et al.,* 2013). Ces corridors favoriseraient aussi le maintien du flux génétique, indispensable à la résilience des populations face aux changements rapides (Balkenhol et Waits, 2009). Par ailleurs, la création d'aires de conservation stratégiques dans des zones à faible pression anthropique pourrait renforcer la stabilité des populations de loutres et réduire leur vulnérabilité aux perturbations climatiques (*Kasper et al.,* 2004 ; Reed-Smith *et al.,* 2014).

Enfin, il convient de rappeler que les dynamiques de répartition des deux espèces en Afrique de l'Ouest demeurent encore très mal connues, en comparaison avec les études menées en Afrique australe et orientale (Jacques *et al.,* 2015 ; Somers et Nel, 2013). Ainsi, les résultats de ce travail apportent une contribution importante à la compréhension de ces interactions dans un contexte régional marqué à la fois par une forte variabilité climatique et une pression anthropique croissante. Ils soulignent également la nécessité d'intégrer les scénarios climatiques dans les politiques de gestion de la biodiversité et de conservation des zones

humides, afin d'anticiper les risques de conflits interspécifiques et de promouvoir une coexistence durable entre *H. maculicollis* et *A. capensis*.

6.4. Implications pour la conservation

Les résultats obtenus mettent en évidence la nécessité d'adopter une approche de conservation dynamique et intégrée, capable de répondre aux défis posés par le changement climatique et la pression anthropique croissante dans la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO). La contraction et le déplacement prévus des aires de répartition des deux espèces de loutres révèlent une vulnérabilité accrue de leurs habitats face aux perturbations climatiques, ce qui appelle à des mesures proactives.

Une première implication concerne la mise en place de stratégies de gestion adaptative, qui intègrent les scénarios futurs de distribution des espèces dans les politiques locales et nationales de conservation. Par exemple, l'utilisation d'outils de modélisation spatiale pour identifier les zones refuges climatiques pourrait aider à prioriser la création ou l'extension d'aires protégées (Hole *et al*., 2011 ; Foden *et al*., 2019). Ces aires doivent être localisées dans des zones où la pression anthropique est faible et où la connectivité écologique reste fonctionnelle, afin de permettre aux populations de loutres de s'adapter et de se disperser.

Une autre implication cruciale est le renforcement des corridors écologiques. La fragmentation des habitats, aggravée par l'expansion agricole, la pêche intensive et l'urbanisation dans le sud du Bénin, réduit la connectivité entre les milieux aquatiques. Or, la dispersion est essentielle pour limiter la compétition interspécifique entre *Hydrictis maculicollis* et *Aonyx capensis* et pour maintenir des flux génétiques viables (Somers et Nel, 2013 ; Prugh *et al*., 2008). Dans ce sens, la restauration de zones humides dégradées et la protection des berges pourraient constituer des mesures prioritaires.

Par ailleurs, la réussite des actions de conservation dépend fortement de l'implication des communautés locales. Les résultats montrent que les zones à forte densité humaine coïncident souvent avec les habitats clés des loutres, augmentant ainsi le risque de conflits liés à l'utilisation des ressources halieutiques. Les programmes d'éducation environnementale et de sensibilisation communautaire peuvent renforcer la perception positive des populations vis-à-vis des loutres, en mettant en avant leur rôle écologique comme bio-indicateurs de la qualité des écosystèmes aquatiques (Kruuk, 2006 ; Jacques *et al*., 2020). Des initiatives participatives de suivi écologique communautaire ont déjà montré leur efficacité dans d'autres contextes africains pour renforcer l'adhésion locale et réduire les comportements destructeurs (Danielsen *et al*., 2014).

De plus, une attention particulière doit être portée aux modes de subsistance alternatifs pour les populations riveraines. La promotion de pratiques de pêche durable, l'aquaculture raisonnée et le développement d'activités génératrices de revenus compatibles avec la conservation (écotourisme basé sur l'observation de la faune, artisanat local valorisant la biodiversité) pourraient contribuer à réduire la pression sur les habitats aquatiques (Emerton, 2001 ; Brooks *et al*., 2012).

Enfin, cette étude met en lumière l'importance de poursuivre les recherches scientifiques sur le rôle écologique des loutres dans la RB-BVO. En tant que prédateurs supérieurs dans les réseaux trophiques aquatiques, les loutres régulent les populations de poissons et d'invertébrés, contribuant ainsi à l'équilibre des écosystèmes (Reid *et al*., 2013 ; Davenport, 2010). Un déficit de connaissances persiste cependant sur leurs interactions avec les activités humaines dans le contexte ouémien. Des travaux complémentaires sur leur régime alimentaire, leurs déplacements saisonniers et leur interaction avec les communautés locales permettront d'orienter plus efficacement les futures politiques de conservation et de gestion durable.

En somme, les implications de ce travail dépassent la simple compréhension des dynamiques de répartition spatiale. Elles soulignent la nécessité d'une approche de conservation intégrée**,** adaptative et inclusive, mobilisant à la fois les décideurs, les gestionnaires de la RB-BVO, les communautés locales et les chercheurs. C'est à ce prix que la résilience des écosystèmes aquatiques pourra être assurée, garantissant la pérennité des populations de loutres face aux incertitudes climatiques et aux pressions anthropiques croissantes.

Conclusion

Ce mémoire avait pour objectif d'étudier les loutres à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*) et à joues blanches (*Aonyx capensis*) dans la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO) en s'appuyant sur trois axes : la caractérisation des connaissances ethnozoologiques et des usages locaux, la modélisation de la distribution spatiale des deux espèces dans les conditions climatiques actuelles et futures, et l'évaluation des interactions entre leurs niches écologiques respectives. L'étude ethnozoologique a mis en évidence une diversité de savoirs et de pratiques, influencée par les groupes ethniques. Cette observation nuance l'hypothèse d'une forte variabilité culturelle dans l'usage des loutres et invite à approfondir les investigations sur d'autres facteurs influençant ces savoirs, tels que l'accès aux ressources naturelles et les dynamiques socio-économiques Par ailleurs, la modélisation écologique a permis d'identifier des zones clés pour la conservation et de mettre en lumière les impacts des changements climatiques sur les habitats des loutres. L'analyse des chevauchements de niches a révélé une complémentarité écologique entre *H. maculicollis* et *A. capensis*, ce qui souligne la nécessité de préserver des habitats diversifiés afin de garantir leur coexistence. Ces résultats renforcent l'importance d'une approche intégrée de conservation des loutres, combinant les savoirs écologiques et traditionnels avec des projections climatiques à long terme. Ils ouvrent également la voie à de futures recherches sur les dynamiques entre espèces, les facteurs socio-culturels influençant leur utilisation et les implications pour une gestion durable des écosystèmes aquatiques de la RB-BVO.

Références bibliographiques

- Adam, K.S. & Boko, M., 1993. *Le Bénin*. Les éditions du Flamboyant, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.
- Adégbidi, A., Boko, M. & Tidjani, A., 2020. Inondations et vulnérabilités des populations riveraines dans la basse vallée de l'Ouémé. *Afrique SCIENCE*, 16(1), pp. 141–154.
- Adikpeto, V.A., 2021. *Approche d'usage communautaire des principaux services écosystémiques d'approvisionnement des ressources en eau de surface de la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé au Bénin*. Mémoire, Université Senghor.
- Africa Center for Strategic Studies, 2022. African biodiversity loss raises risk to human security. *Infographic*, 7 December.
- Agbossou, E.K., Lalèyè, P. & Philippart, J.C., 2004. Analyse des pêcheries artisanales dans la rivière Sô au Bénin (Afrique de l'Ouest). *Cahiers Agricultures*, 13(3), pp. 203–209.
- Agbossou, E.K., Yabi, I. & Gléhouenou-Dossou, B., 2011. État des ressources naturelles et systèmes de production dans la vallée de l'Ouémé au Bénin. *Afrique Science*, 7(1), pp. 95–111.
- Ahouandjinou, N., 2004. Pression urbaine sur les milieux humides : cas des vallons du Zounvi et Boué à Porto-Novo. *Mémoire en ligne*.
- Ahouansou Montcho, S., Lalèyè, P. & Philippart, J.C., 2011. Importance écologique et halieutique de la rivière Sô dans le bassin de l'Ouémé au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(6), pp. 2301–2313.
- Ahouansou Montcho, S., Montcho, D. & Lalèyè, P., 2011. Diversité et exploitation des poissons dans les zones humides du sud du Bénin : cas de la basse vallée de l'Ouémé. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(1), pp. 134–145.
- Ahouansou Montcho, S. et al., 2020. Vulnérabilité des communautés rurales face aux inondations dans la vallée de l'Ouémé. *European Scientific Journal*.
- Akpona, H.A., Djossa, B. & Sinsin, B., 2017**.** Conservation des mammifères au Bénin : menaces et perspectives. *Journal Africain de l'Environnement et des Ressources Naturelles*.
- Akpona, H.A., Sinsin, B. & Mensah, G.A., 2007**.** Importance économique et culturelle de la loutre à cou tacheté au sud-Bénin. *Nature et Faune*, 21(1), pp. 25–30.
- Allouche, O., Tsoar, A. & Kadmon, R., 2006. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). *Journal of Applied Ecology*, 43(6), pp. 1223–1232.
- Alves, R.R.N. & Souto, W.M.S., 2015. Ethnozoology: A brief introduction. *Ethnobiology and Conservation*, 4(1), pp. 1–13.
- Amatulli, G., Domisch, S., Tuanmu, M.N., Parmentier, B., Ranipeta, A., Malczyk, J. & Jetz, W., 2018. A suite of global, cross-scale topographic variables for environmental and biodiversity modeling. *Scientific Data*, 5, 180040.
- Andrade, A.F.A., Velazco, S.J.E. & De Marco Jr, P., 2020. ENMTML: An R package for a straightforward construction of complex ecological niche models. *Environmental Modelling & Software*, 125, 104615. DOI: 10.1016/j.envsoft.2019.104615
- Arbonnier, M., 2000. *Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest*. CIRAD, MNHN, UICN.
- Azontondé, A.H., Saïdou, A. & Sinsin, B., 2014. Caractérisation des sols de bas-fonds pour une meilleure gestion agricole au sud du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 75, pp.1–11.

- Bada, A., Koudande, D., Zinsou, M., 2019. Méthodes de calcul de la taille d'échantillon pour les enquêtes de terrain : Application aux études écologiques en milieu tropical. *Revue Africaine de Méthodologie en Recherche*, 8(2), pp.45–57.
- Barbault, R., 2008. Biodiversity, development, and sustainability: What's at stake? *Ambio*, 37(5), pp.335–339. DOI:10.1579/00447447(2008)37[335:BDASWA]2.0.CO;2
- Berkes, F., 2012. *Sacred Ecology*. 3rd ed. New York: Routledge.
- Biaou, S.S.H., 2019. Les principaux facteurs de la perte de biodiversité au Bénin. Mémoire de fin de formation en Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles. Cotonou: Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques.
- Brooks, J.S., Waylen, K.A. & Mulder, M.B., 2012. How national context, project design, and local community characteristics influence success in community-based conservation projects. *PNAS*, 109(52), pp.21265–21270. DOI: 10.1073/pnas.1207141110
- Chikou, A., Lalèyè, P., Philippart, J.C. & Teugels, G.G., 2009. Diversité et structure des peuplements de poissons de la lagune de Porto-Novo (Bénin). *Cybium*, 33(4), pp.305–312.
- Colding, J. & Folke, C., 2001. Social taboos: "Invisible" systems of local resource management and biological conservation. *Ecological Applications*, 11(2), pp.584–600. DOI: 10.1890/1051-0761(2001)011[0584:STISOL]2.0.CO;2
- Dagnelie, P., 1998. *Statistique théorique et appliquée : Tome 2 - Inférence statistique à une et deux dimensions*. De Boeck Supérieur.
- Danielsen, F. et al., 2014. A multi-country assessment of tropical resource monitoring by local communities. *BioScience*, 64(3), pp.236–251. DOI: 10.1093/biosci/biu001
- Davenport, L.C., 2010. Aid to a declining otter population in Tanzania: human-mediated threats and conservation needs. *Oryx*, 44(3), pp.419–426. DOI: 10.1017/S0030605309991030
- De Luca, D.W., Mgomo, J.J. & Reed-Smith, J., 2018. Conservation challenges and opportunities for African otters. *African Journal of Ecology*, 56(3), pp.387–395. DOI: 10.1111/aje.12461
- Di, L., 2004. L'impact des politiques de conservation sur la faune sauvage en Afrique de l'Ouest. *Revue de la Faune et de la Flore*, 17(2), pp.112–120.
- Djagoun, C.A.M.S., Akpona, A.H. & Daouda, I., 2011. Petits carnivores : Herpestidae, Mustelidae, Viverridae, Canidae, Felidae et Nandiniidae. In: Neuenschwander, P., Sinsin, B. & Georgen, G. (eds.) *Protection de la nature en Afrique de l'Ouest : Une liste rouge pour le Bénin*. Cotonou: IITA, pp.318–330.
- Djagoun, C.A.M.S., Akpona, H.A., Kassa, B. & Sinsin, B., 2018. Ethnozoological knowledge and cultural perceptions of mammalian species in Benin (West Africa): Implications for conservation. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14(1), 1–14. DOI: 10.1186/s13002-018-0235-8
- Dognimon, S., Djagoun, C.A.M.S., Djego, S., Akpona, H., Djego, J., Akpona, J.D. & Sinsin, B., 2019. Spotted-necked Otter (*Hydrictis maculicollis*) distribution and determining factors of habitat occurrence in the lower Ouémé Valley, Southern Benin. *IUCN/SCC Otter Specialist Group Bulletin*, 36, pp.48–60.
- Dognimon, S., Houinato, M., & Sinsin, B. (2019). Anthropogenic impacts on wetlands and implications for biodiversity conservation in Benin. *Wetlands Ecology and Management*, 27(2), 245–258.
- Dognimon, S., Kassa, B. D., & Mensah, G. A. (2019). Pressions anthropiques et conservation des zones humides au sud du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(2), 567–580.

- Dossou, K., & Gléhouénou-Dossou, B. (2007). Vulnérabilité des milieux humides côtiers aux changements climatiques : le cas de la Basse Vallée de l'Ouémé au Bénin. Dans *OCDE, Changement climatique et zones côtières : Vers une intégration de l'adaptation au développement durable* (pp. 93–103). Paris : OCDE.
- Dudley, N. (2008). *Lignes directrices pour l'application des catégories de gestion aux aires protégées*. Gland, Suisse : UICN.
- Elith, J., & Leathwick, J. R. (2009). Species distribution models: Ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40, 677–697.
- Elith, J., Leathwick, J. R., & Hastie, T. (2009). A working guide to boosted regression trees. *Journal of Animal Ecology*, 77(4), 802–813.
- Emblenton, R., Jacques, H., & Reed-Smith, J. (2019). Habitat fragmentation and its effects on African otters. *African Journal of Ecology*, 57(4), 567–579.
- Emerton, L. (2001). *The nature of benefits and the benefits of nature: Why wildlife conservation has not economically benefited communities in Africa*. Community Conservation Research in Africa.
- FAO. (2010). *L'état des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde (SOLAW) – Gérer les systèmes en danger*. Rome : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302–4315.
- Foden, W. B. (2019). Climate change vulnerability assessment of species. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 10(1), e551.
- Ganglo, J. C. (2023). Ecological niche model transferability of the white star apple (*Chrysophyllum albidum* G. Don) in the context of climate and global changes. *Scientific Reports*, 13, 2430.
- Guisan, A., Edwards, T. C., & Hastie, T. (2002). Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: Setting the scene. *Ecological Modelling*, 157(2–3), 89–100.
- Hole, D. G. (2011). Toward a management framework for networks of protected areas in the face of climate change. *Conservation Biology*, 25(2), 305–315.
- Inoussa, M., Tchibozo, S., Amadji, F., & Koutou, E. (2013). Les facteurs de dégradation des écosystèmes forestiers en Afrique de l'Ouest. *Revue des Sciences de l'Environnement*, 22(3), 200–210.
- IPBES (2019) *Rapport d'évaluation mondiale sur la biodiversité et les services écosystémiques*. Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques.
- Jacques, H., Alary, V. and Akinyemi, A. (2021) 'Climate variability and otter distribution in sub-Saharan Africa: Implications for conservation', *Conservation Science and Practice*, 3(6), e419.
- Jacques, H. (2020) 'Otters as indicators of freshwater ecosystem health: global perspectives and future challenges', *Biological Conservation*, 248, 108678.
- Jacques, H., Akpona, H.A. and Tohoun, R. (2021) 'Modélisation de la niche écologique des mammifères semi-aquatiques en Afrique de l'Ouest', *African Journal of Ecology*, 59(3), pp. 412–424.

- Jacques, H.A., Somers, M.J. and Kotze, A. (2012) 'Resource partitioning by sympatric otters in an African river system', *African Zoology*, 47(1), pp. 55–63. https://doi.org/10.3377/004.047.0107
- Jacques, H., Reed-Smith, J. and Somers, M.J. (2021) *Hydrictis maculicollis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T12420A164578992.
- Konaté, S. and Kampmann, D. (2010) *Atlas de la Biodiversité de l'Afrique de l'Ouest, Tome III : Côte d'Ivoire*. Abidjan et Frankfurt/Main.
- Kpadonou, D., Ayenou, A., Ahissou, H. et al. (2010) 'Climatic variations and their effects on agricultural production in southern Benin', *African Journal of Environmental Science and Technology*, 4(4), pp. 248–258.
- Lalèyè, P., Chikou, A., Philippart, J.-C. and Teugels, G.G. (2004) 'Etude de la diversité ichtyologique du bassin de l'Ouémé au Bénin', *Cahiers Agricultures*, 13(1), pp. 15–22.
- Mace, G.M. (2004) 'The role of taxonomy in species conservation', *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 359(1444), pp. 711–719.
- MCVDD (2020) *Plan de gestion de la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé*. Ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable, Bénin.
- MEPN (2015) *Plan d'aménagement de la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé*. Cotonou: Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature.
- Neuenschwander, P., Sinsin, B. and Goergen, G. (2011) *Protection de la nature en Afrique de l'Ouest : Une liste rouge pour le Bénin*. Nature Conservation in West Africa, Red List for Benin.
- O'Neill, B.C., Tebaldi, C., van Vuuren, D.P. et al. (2016) 'The Scenario Model Intercomparison Project (ScenarioMIP) for CMIP6', *Geoscientific Model Development*, 9(9), pp. 3461–3482.
- PNUD (2009) *Quatrième rapport national sur la diversité biologique*. Cotonou: Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) et Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme.
- Prugh, L.R., Hodges, K.E., Sinclair, A.R.E. and Brashares, J.S. (2008) 'Effect of habitat area and isolation on fragmented animal populations', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(52), pp. 20770–20775. https://doi.org/10.1073/pnas.0806080105
- Reed-Smith, J. (2010) 'Otters as bioindicators of water quality: A review', *Environmental Conservation*, 37(4), pp. 347–356.
- Reed-Smith, J., Cohn, D. and Smith, P.M. (2010) 'Otters as bioindicators of water quality: A review', *Environmental Conservation*, 37(4), pp. 347–356.
- Reed-Smith, J., Jacques, H. and Somers, M.J. (2021) *Aonyx capensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T1793A164575819.
- Reid, N. (2013) 'Otters as flagship species for freshwater conservation', *IUCN Otter Specialist Group Bulletin*, 30(1), pp. 15–24.
- Reuther, C., Dolch, D., Green, R. et al. (2000) *Surveying and monitoring distribution and population trends of the Eurasian otter (Lutra lutra): Guidelines and evaluation of the standard method for surveys as recommended by the European Otter Habitat Network. Habitat*, 12, pp. 1–148.
- Sambou, B., Goudiaby, A., Ervik, F., Camara, M.C. and Diallo, D. (2002) 'Importance de la faune sauvage dans la pharmacopée traditionnelle en Casamance (Sénégal)', *Etudes floristiques et ethnobotaniques*, 5(2), pp. 45–56.

- Sillero-Zubiri, C., Hoffmann, M. and Macdonald, D.W. (eds.) (2004) *Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs. Status Survey and Conservation Action Plan*. IUCN/SSC Canid Specialist Group.
- Smith, H. and Bohm, T. (2018) 'Ecological interactions and conservation challenges of African otters', *IUCN Otter Specialist Group Bulletin*, 35(2), pp. 97–106.
- Soberón, J. and Nakamura, M. (2009) 'Niches et aires de distribution: concepts, méthodes et hypothèses', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(Suppl. 2), pp. 19644–19650.
- Sogbohossou, E. (2006) 'Les enjeux de la conservation des petits mammifères en Afrique centrale', *Journal of Wildlife Conservation*, 13(4), pp. 45–52.
- Somers, M.J. and Nel, J.A. (2013) 'Habitat selection of Cape clawless otters in rivers in South Africa', *South African Journal of Wildlife Research*, 43(2), pp. 130–139.
- Somers, M.J. and Nel, J.A.J. (2013) 'Feeding ecology of otters: A review', *Ecology of Freshwater Fish*, 22(2), pp. 195–211.
- van Vliet, N. and Nasi, R. (2008) 'Hunting for livelihood in northeast Gabon: Patterns, evolution, and sustainability', *Ecology and Society*, 13(2).
- Vissin, W.E. (2016) 'Caractéristiques géographiques et dynamiques des plaines inondables du sud Bénin', *Revue de Géographie du Bénin*, 12, pp. 45–62.
- Yèmadjè, R., Montchowui, E. and Boko, M. (2012) 'Évaluation de la dynamique environnementale de la lagune de Porto-Novo (Sud-Est du Bénin)', *European Journal of Scientific Research*, 88(2), pp. 280–291.

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche d'Enquête Ethnozoologique

I. Informations générales de l'enquêté :

1. Nom :
2. Âge :
3. Sexe :
4. Groupe sociolinguistique (ethnie) :
5. Occupation principale :
6. Niveau d'éducation :
7. Localisation (village/commune) :
8. Coordonnées géographiques

II. Connaissances générales sur les loutres :

1. Connaissez-vous les loutres ?
   a) Oui (Préciser le nom local)
   b) Non
2. Si oui, depuis combien de temps les connaissez-vous ?
   a) Moins de 5 ans
   b) Entre 5 et 10 ans
   c) Plus de 10 ans
3. À quelle espèce de loutre faites-vous référence ?
   a) Loutre à cou tacheté
   b) Loutre à joues blanches
   c) Les deux
4. Pouvez-vous les reconnaître facilement dans la nature ?
   a) Oui
   b) Non
5. Pourriez-vous me citer tous les villages où se trouvent les loutres dans votre région ?

III. Utilisation des loutres :

1. Savez-vous si les loutres sont utilisées dans votre communauté ?
   a) Oui
   b) Non
2. Pour quelles raisons utilise-t-on les loutres dans votre communauté ?
   a) Médicinales

b) Spirituelles

c) Nourriture

d) Tourisme

e) Autre (préciser) : _____

3. Remplir le tableau ci-dessous :

Usages	Parties/organes utilisées	Formes d'utilisations
Alimentaire	Pattes	
	Animal entier	
	Tête	
	Autres (à préciser)	
Médicinal	Peau	
	Os	
	Pattes	
	Animal entier	
	Tête	
	Autres (à préciser)	
Spirituel (Medico-magique)	Peau	
	Os	
	Pattes	
	Animal entier	
	Tête	
	Autres (à préciser)	

4. Y a-t-il une différence d'utilisation entre les deux espèces de loutres ?

a) Oui

b) Non

Si oui, précisez.

IV. Perceptions culturelles et croyances :

1. Existe-t-il des croyances ou tabous liés aux loutres dans votre groupe sociolinguistique ?

a) Oui

b) Non

Si oui, précisez.

2. Les loutres ont-elles un rôle particulier dans les rituels ou les cérémonies ?
   a) Oui
   b) Non
   Si oui, précisez.

V. Connaissances écologiques :

1. Où observe-t-on le plus souvent les loutres dans votre région ?
   a) Rivière
   b) Forêt
   c) Autre (préciser) :
2. Et à quel moment de la journée ?
3. Y-a-t-il un lien fonctionnel entre la loutre à cou tacheté et la loutre à joues blanche selon vous ?
4. Avez-vous observé un changement dans leur présence ou leur comportement ces dernières années ?
   a) Oui
   b) Non
   Si oui, précisez.

VI. Protection et conservation :

1. Pensez-vous que les loutres sont menacées ?
   a) Oui
   b) Non
2. Quelle est la tendance démographique perceptible au sein de la population de cette espèce ?

En augmentation : ☐ En baisse : ☐ Stable : ☐

Si en augmentation/en baisse, pourquoi ? ……

3. Quelles sont les formes de menaces qui pèsent sur elles ?

Perte et dégradation de l'habitat : ☐ Dragage des cours d'eau : ☐

Pollution des cours d'eau : ☐ Chasse : ☐ Diminution de nourriture : ☐

Autres (à préciser) .....

4. Quelles sont les techniques utilisées de chasse pour tuer les loutres (prendre des photos du le terrain) ?
5. Y a-t-il des actions de protection des loutres dans votre communauté ?
   a) Oui

b) Non

Si oui, lesquelles ?

6. Seriez-vous favorable à des mesures de conservation des loutres ?

   a) Oui

   b) Non

7. Quels sont les avantages de la préservation des loutres pour votre communauté ?

VII. Autres informations pertinentes :

1. Avez-vous d'autres commentaires ou informations sur les loutres ?

B- Fiche d'Enquête de Collecte des Données d'Occurrences des Loutres

Nom de l'enquêteur :

Date de l'enquête :

Localité (Commune Arrondissement et village):

Coordonnées géographiques (Latitude / Longitude) :

Type d'habitat :

☐ Rivière

☐ Marécage

☐ Lac

☐ Forêt riveraine

☐ Autre (précisez) :

1. Informations sur l'espèce observée

1. **Espèce observée :**

   ☐ Loutre à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*)

   ☐ Loutre à joues blanches (*Aonyx capensis*)

   ☐ Non identifié

2. **Mode de détection :**

   ☐ Observation directe

   ☐ Empreintes

   ☐ Epreintes (Excréments)

   ☐ Restes alimentaires (proies consommées)

   ☐ Autre (précisez) :

3. **Nombre d'individus observés (si observation directe) :**

   ☐ 1

☐ 2

☐ 3 et plus (précisez le nombre exact si possible) : ___

4. **Activité observée (si observation directe) :**

☐ Pêche

☐ Déplacement

☐ Jeu

☐ Autre (précisez) :

2. Caractéristiques de l'habitat

5. **Type de végétation dominante autour du site d'observation :**

☐ Herbacée

☐ Arbustive

☐ Arborescente

☐ Mangrove

☐ Autre (précisez) :

6. **Proximité des activités humaines :**

☐ Présence de pêcheurs

☐ Présence d'agriculture

☐ Villages/maisons à proximité

☐ Autre (précisez) :

7. **Type de plan d'eau :**

☐ Permanent

☐ Saisonnier

☐ Artificiel (canal, barrage)

☐ Naturel

8. **Caractéristiques du cours d'eau :**

☐ Eau claire

☐ Eau trouble

☐ Eau stagnante

☐ Eau courante

4. Menaces potentielles pour les loutres

9. **Avez-vous observé des menaces pour les loutres dans cette zone ?**

   ☐ Oui

   ☐ Non

   Si oui, cochez, la ou les menaces observées :

   ☐ Piégeage

   ☐ Pollution

   ☐ Pêche intensive

   ☐ Destruction de l'habitat

   ☐ Autre (précisez) :

10. **Présence de conflits avec les activités humaines :**

    ☐ Oui

    ☐ Non

    Si oui, précisez la nature du conflit :

5. Remarques supplémentaires et observations particulières

Annexe 2 : Fiche d'identification de la loutre à cou tacheté (*Hydrictis maculicollis*)

PHOTOS DE LA **LOUTRE À COU TACHETÉ (*HYDRICTIS MACULICOLLIS*)**









Réalisé par **Sènan A. M. GANSOU – Septembre 2024**

Annexe 3 : Fiche d'identification de la loutre à joues blanches (*Aonyx capensis*)

PHOTOS DE LA **LOUTRE À JOUES BLANCHES (*AONYX CAPENSIS*)**









Réalisé par **Sènan A. M. GANSOU – Septembre 2024**

Annexe 4 : Résultats de l'analyse de sélection des variables bioclimatiques pour les deux espèces étudiées

Espèce	Variable bioclimatique	Nom de la variable	VIF	Corrélation absolue (r)
Hydrictis maculicollis	Bio2	Intervalle moyen diurne	2.4	0.68
	Bio3	Isothermie	1.9	0.61
	Bio8	Température moyenne du trimestre le plus humide	3.2	0.59
	Bio18	Précipitation du trimestre le plus chaud	2.7	0.67
Aonyx capensis	Bio2	Intervalle moyen diurne	2.1	0.65
	Bio3	Isothermie	2.3	0.62
	Bio9	Température du mois le plus sec	2.8	0.64
	Bio14	Précipitation du mois le plus sec	2.5	0.66

Annexe 5 : Photos de terrain (Source des photos de terrain : GANSOU, Octobre & Novembre 2024)



Séance de discussion avec le CV de Lokoli et nos guides de la forêt marécageuse de Lokoli





Crottes de loutres observées sur des chablis dans la forêt marécageuse de Lokoli




Crottes de loutres observées à Aguégués



Nasses détruites par les loutres et source de conflit entre Homme - Loutre, Démè à Zogbodomey




Prospection de terrain à Adjarra (g) et à Aguégués (d)




Prospection à Démè (g) et dans la forêt marécageuse de Lokoli (d) à Zogbodomey




Tête de loutre observée à Porto-Novo




Pattes de loutre observées à Porto-Novo





En route pour la prospection sur la rivière Hlan (g) et discussion avec le CV de Gangban (d)




Prospection à Vekky (g) et enquête à Adjarra (d)



Enquête à Wamon dans la commune d'Avrankou





Empreintes de loutres observées à Dèmè dans la commune de Zogbodomey





Enquête (g) et prospection (d) à Ketonou dans la commune de Sèmè-Podji