



Écologie et connaissances ethnozoologiques du porc-épic à crête (*Hystrix cristata* Linnaeus, 1758) dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin

Séraphin Mouzoun

► To cite this version:

Séraphin Mouzoun. Écologie et connaissances ethnozoologiques du porc-épic à crête (*Hystrix cristata* Linnaeus, 1758) dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin. *Zoologie des vertébrés*. Université d'Abomey-Calavi (Bénin), 2018. Français. NNT: . tel-02023660

HAL Id: tel-02023660

<https://hal.science/tel-02023660>

Submitted on 18 Feb 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI
(U.A.C)



UNIVERSITE NATIONALE
D'AGRICULTURE (U.N.A)



ECOLE DOCTORALE PLURIDISCIPLINAIRE
"Espace, Culture et Développement" (EDP-ECD)
AD MAJOREM SCIENTIAE GLORIAM

THÈSE

En vue de l'obtention du
DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ D'ABOMEY-CALAVI

FORMATION DOCTORALE : GEOGRAPHIE ET GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

Option : Géosciences de l'Environnement et Aménagement de l'espace

Présentée et soutenue par : **Séraphin MOUZOUN**

ECOLOGIE ET CONNAISSANCES ETHNOZOOLOGIQUES DU PORC-
EPIC A CRÊTE (*HYSTRIX CRISTATA* LINNAEUS, 1758) DANS LES
RESERVES DE BIOSPHERE DE LA PENDJARI ET DU W AU BENIN



Directeur de thèse :

Pr. Dr. Ir. Jean T. Claude CODJIA

*Professeur Titulaire au CAMES
Université d'Abomey-Calavi (U.A.C)*

Co-directeur :

Dr. Toussaint O. LOUGBEGNON

*Maître de Conférences au CAMES
Université Nationale d'Agriculture (U.N.A)*

Devant le jury suivant :

Président : Odile DOSSOU GUEDEGBE, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)

1^{er} Rapporteur : Jean T. Claude CODJIA, Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)

2^{ème} Rapporteur : Toussaint O. LOUGBEGNON, Maître de Conférences, Université Nationale d'Agriculture (Bénin)

1^{er} Examineur : Edinam KOLA, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)

2^{ème} Examineur : Tchaa BOUKPESSI, Maître de Conférences, Université de Lomé (Togo)

Soutenue publiquement, le 07 novembre 2018

Mention : Très honorable avec les félicitations des membres du jury

Ecologie et connaissances ethnozoologiques du porc-épic à crête (*Hystrix cristata* Linnaeus, 1758) dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W au Bénin



Ecology and ethnozoological knowledge of the porcupine crested (*Hystrix cristata* Linnaeus, 1758) in the biosphere reserves of Pendjari and W in Benin

Sommaire

PROLOGUE.....	3
Dédicace.....	4
Remerciements.....	5
Sigles et acronymes.....	7
Résumé.....	8
Abstract.....	9
INTRODUCTION GENERALE	10
PREMIERE PARTIE : MILIEU D'ETUDE, MATERIELS ET METHODES	17
CHAPITRE 1 : MILIEU D'ETUDE.....	18
CHAPITRE 2 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE SUR <i>HYSTRIX CRISTATA</i>	40
CHAPITRE 3 : MATERIELS ET METHODES DE COLLECTE	56
DEUXIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION.....	87
CHAPITRE 4 : CARACTERISTIQUES ECOLOGIQUES DE <i>H. CRISTATA</i> ET PREDICTION DES HABITATS FAVORABLES.....	88
CHAPITRE 5 : CONNAISSANCES ENDOGENES SUR <i>H. CRISTATA</i> ET FORMES DE PRESSION DANS L'AIRE D'ETUDE	116
CHAPITRE 6 : DISCUSSION, MESURES DE CONSERVATION ET PERSPECTIVES.....	135
CONCLUSION GENERALE.....	153
Références bibliographiques.....	157
Liste des figures.....	175
Liste des photos.....	176
Liste des tableaux	177
ANNEXES.....	178
Table des matières.....	184

PROLOGUE

« La volonté est une fonction régulatrice moins variable que nos sentiments. " Grâce à elle " l'homme travaille quand il est fatigué, sourit quand il est triste, demeure courtois quand il est en colère »
André DARBON, 1951.

« Quand le dernier arbre sera abattu, la dernière rivière empoisonnée, le dernier poisson pêché, alors vous découvrirez que l'argent ne se mange pas » Proverbe Cri (Indiens du Canada).

*« ... Ces animaux sauvages vivant sur des terres sauvages sont importants non seulement en tant que source d'inspiration et d'émerveillement, mais font partie intégrante de nos ressources naturelles, de nos futurs moyens d'existence et de notre bien-être à venir... » Mwalimu Julius K. NYERERE (1961),
Premier Ministre de Tanzanie*

Dédicace

A :

🇳🇬 *mon feu père Dadjè Kocou N'TOHOU MOUZOUN. Ce travail est le reflet de l'éducation rigoureuse du père et l'instituteur que tu as été pour moi. Des cieux, sois en glorifié ;*

🇳🇬 *ma chère maman Agoh Gnonnouké BOSSOUN qui grâce à ses sacrifices permanents et ses souffrances, m'a permis d'atteindre ce niveau scientifique.*

J'ose espérer que ce travail sera à la hauteur des sacrifices consentis. Que ce modeste travail soit source de satisfaction pour leur soutien permanent.

Remerciements

Si un travail de thèse est porté par une seule personne, c'est aussi et surtout le fruit de rencontres, de soutien, d'entraides et de collaborations de nombreuses personnes. J'adresse mes profonds remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé, soutenu et accompagné pendant ces années.

Tout d'abord mes plus grands remerciements vont au Professeur Jean Timothée Claude CODJIA, directeur de cette thèse. Cher Professeur, non seulement vous m'avez fait confiance, mais aussi vous m'avez encadré, encouragé et fait preuve d'une grande disponibilité pour la rédaction de cette thèse. Votre excellent encadrement scientifique et vos encouragements surtout dans les moments les plus difficiles m'ont été d'un grand secours.

Ensuite, je tiens également à exprimer ma profonde gratitude au Docteur Toussaint O. LOUGBEGNON, co-directeur de cette thèse, pour son soutien permanent. Vous m'avez prodigué de judicieux conseils à chacune de nos rencontres. Je vous remercie pour votre clairvoyance, votre confiance, votre passion pour le sujet, vos encouragements répétés, votre patience, votre dynamisme et votre sens critique. Votre disponibilité et votre rigueur méthodologique révèlent bien sûr, si je peux m'exprimer ainsi, le caractère scientifique de ces recherches.

Professeur Jean Timothée Claude CODJIA et Docteur Toussaint O. LOUGBEGNON, vous m'avez transmis sans réserve votre savoir-faire qui, je crois, va m'aider dans ma carrière future. Vous m'avez moulé dans le domaine de la recherche scientifique tout en me traçant un itinéraire à suivre durant mes études. Quelle aubaine de vous avoir eu comme directeurs !

Je ne pourrai jamais oublier les prières et les encouragements multiformes de mon oncle Paul MOUZOUN, son épouse (ma seconde maman) et ses enfants, je leur exprime mes sincères remerciements. Merci également pour avoir assuré les conditions matérielles et financières qui m'ont permis d'atteindre les objectifs de cette étude. Je ne vous remercierai jamais assez, seul l'Eternel saura vous combler de vos bienfaits.

Mes sincères remerciements s'adressent aussi aux Docteurs Laurent G. HOUSSOU, Sylvestre C. DJAGOUN, François GBESSO qui ont apporté une contribution considérable à ce travail, et qui n'ont ménagé aucun effort pour m'encourager à donner le meilleur de moi-même, tout au long de ce parcours initiatique. Je remercie également les Docteurs Alfred D. AICHEOU, Appolinaire B. TODAN, Francis B. YABI, Naboua KOUHOUNDI, Charles HOUNTON, Edouard AKPINFIA, Darius TOSSAVI, Tini OLANLO pour leur disponibilité et leurs conseils, qui m'ont permis de mener à bien ce travail.

Qu'il me soit permis d'exprimer ma reconnaissance et de rendre hommage au Professeur Toussaint Yaovi TCHITCHI, professeur titulaire de Linguistique, université d'Abomey-Calavi pour son soutien et les encouragements. Je lui exprime mes sincères remerciements.

Je remercie l'administration académique de l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire « *Espace, Culture et Développement* » de l'Université d'Abomey-Calavi pour avoir organisé cette formation doctorale.

J'adresse mes plus sincères remerciements à tous les collègues, mes amis et familles amies, qui m'ont soutenu moralement et encouragé durant ces années.

A mes chers frères et sœurs, Célestine, Jean, Léontine, Blandine, Odilon, Clotilde, Roger, je dis sincèrement merci pour la patience, les encouragements et les prières. Je sais qu'il ne leur est pas toujours facile de me partager avec ma vocation professionnelle. Alors, merci d'être toujours là pour moi.

J'adresse mes plus vifs remerciements aux rapporteurs, ainsi qu'à l'ensemble des membres du Jury, pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

Un grand merci aux membres de mon comité de thèse, toujours disponibles à mes sollicitations et pour m'avoir fait profiter de leurs connaissances et de leurs expériences respectives.

A tous mes camarades thésards et amis pour leur sympathie et les bons moments passés ensemble et avec qui j'ai vécu cette expérience unique en son genre. Nous avons partagé ensemble d'agréables moments de bonheur et de souffrance sur le long chemin de la quête du savoir. Je pense particulièrement à Chérifatou I.

BIAOU, Martin HONDJENOU, Adrien TOHOU, Etienne M. DOSSOU, Gyslain HOUNTO, Housérou DJIBRIL, Cadjovi M. MINGNANNOU, Jacques G. DOGBLOUE et à bien d'autres. Je leur souhaite de pleins succès dans leurs travaux respectifs et ils peuvent toujours compter sur ma franche et fraternelle collaboration.

J'adresse toute ma reconnaissance aux directeurs des Réserves de Biosphère de la Pendjari et du W-Bénin d'alors même s'ils ne sont plus au poste, qui ont accepté de m'accueillir dans leurs directions.

Mes pensées s'adressent également aux guides de terrain qui ont accepté de participer à cette étude et sans qui ce travail n'aurait pu voir le jour. Je remercie, aussi, tous ceux que j'ai croisés sur le terrain et avec qui j'ai passé des moments inoubliables. Je fais une mention spéciale à Fabrice GOMIDO. Que toutes les personnes de Tanguiéta, de Matéri, de Banikoara, de Kandi, de Malanville impliquées dans la réalisation de ce travail soient remerciées.

Je n'oublie pas l'administration du CENAGREF-Cotonou qui a participé de près ou de loin au travail de thèse. Je remercie particulièrement Aristide TEHOU, qui m'a offert sa disponibilité et aidé dans les formalités administratives.

A tous mes Professeurs de l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire de l'Université d'Abomey-Calavi, vous m'avez appris que « vouloir, c'est pouvoir et que pouvoir c'est devoir ». Soyez-en remerciés.

Je pense à tous mes proches qui m'ont soutenu moralement durant cette thèse. Je dis merci reconnaissant à toi, Ayaba Bienvenue Edwige MESSANH, pour ta gentillesse, tes encouragements et ton appui sans faille.

Je dis un grand merci aux familles BOSSOUN et N'TOHOU pour m'avoir soutenu durant mes longues années d'études. Je ne remercierais jamais assez ma famille : mes parents, pour avoir financé une bonne partie de mes études mais aussi et surtout pour leurs soutiens moraux et les encouragements constants et leur amour. J'y suis arrivée ! Merci de m'avoir poussé à aller toujours plus loin.

J'adresse mes plus chaleureux remerciements à ma seconde adorée, Célestine Séraphine MOUZOUN pour sa présence et son soutien. Je ne serai pas arrivé là sans toi. Ton soutien et ta confiance en moi, en toutes circonstances, ont rendu impossible toute idée de découragement. Je souhaite te témoigner ici toute ma reconnaissance pour tes encouragements et ton investissement dans ma recherche du savoir.

A toutes celles et tous ceux qui, de l'école primaire à l'université en passant par le collège, m'ont appris à ouvrir des portes, je dis merci.

Je souhaite remercier les membres des Laboratoires d'Etudes des Dynamiques Urbaines et Régionales (LEDUR) et Pierre Pagny: Climat, Ecosystème, Eau et Développement (LACEEDE) pour avoir permis que je squatte leur bureau et que j'ai constamment « importuné » pendant ma thèse.

Je remercie chaleureusement mes oncles et tantes notamment Rosaline Gnombabou, Pierre et Koumabé BOSSOUN dont le soutien a été permanent.

Mes sincères remerciements s'adressent aussi à ceux qui ont participé à mes travaux ou m'ont aidé ou appuyé à un moment ou à un autre à des degrés divers, notamment Modeste AKPLOGAN, Edouard SOSSOU-GA, Nicolas AÏOUNOU, Stéphane N'SOUGAN AGOH, François HODONOU, Christelle MEDENOU, Isabelle P. MEWANOU, Charlotte SEDJIDE, Edwige SETO, N'déto MAMA, Rufine HOUNDJII, Michel MEGNONHOU, Maxime ADANDE. Merci pour vos prières.

J'adresse ma reconnaissance à mes cousins, cousines, amis et parents. A vous qui m'avez apporté en toutes circonstances réconfort, amour, amitié et bonne humeur, recevez ici l'expression de ma profonde gratitude.

Je voudrais aussi remercier tous les lecteurs anonymes qui ont contribué à l'amélioration de la qualité des articles publiés dans les différentes revues scientifiques. Enfin, je remercie très sincèrement toutes les personnes ressources ayant contribué de manière directe ou indirecte à la réalisation de ce travail. J'adresse à toutes et à tous mes reconnaissances pour leur soutien matériel, financier, moral et pour leurs encouragements multiformes. Que personnes ne se sentent oublié !

Sigles et acronymes

ASECNA	: Agence de Sécurité de la Navigation Aérienne d'Afrique et de Madagascar
CAP	: Community Analysis
CENAGREF	: Centre National de Gestion des Réserves de Faune
CITES	: Convention on International Trade in Endangered Species of wild fauna and flora / Convention sur le Commerce International des Espèces de faune et de flore Sauvages menacées d'extinction.
DEM	: Digital Elevation Model / Modèle Altimétrique Numérique
DGFRN	: Direction Générale des Forêts et Ressources Naturelles.
FAO	: Food and Agriculture Organization / Organisation des nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
IPCC/GIEC	: Intergovernmental Panel on Climate Change / Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
IGN	: Institut Géographique National
INSAE	: Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique
ICK	: Indice de Comptage Kilométrique
IKA	: Indice Kilométrique d'Abondance
IUCN/UNION	: International Union for Conservation of Nature / Union Internationale pour la Conservation de la Nature
MAB	: Man and Biosphere / Homme et Biosphère
PAPACO	: Programme Aires Protégées de l'Afrique du Centre et de l'Ouest
RCP	: Representative Concentration Pathways / Profils Représentatifs d'évolution de Concentration
RGPH	: Recensement Général de la Population et de l'Habitation
PAPE	: Programme d'Appui aux Parcs de l'Entente
SIG	: Système d'Information Géographique
SRTM	: Shuttle Radar Topography Mission / Mission de Cartographie Radar de la Terre
UNESCO	: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation / Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture
WAP	: W-Arly-Pendjari
WCS	: Wildlife Conservation Society / Société pour la Conservation de la Faune
ZC	: Zone Cynégétique / Zone de Chasse
ZT	: Zone Tampon

Résumé

Le porc-épics à crête (*Hystrix cristata*) est le plus gros des rongeurs du Bénin, discret et peu connu. Il est une espèce en situation précaire, menacée de disparition à cause des pressions (chasse, destruction des habitats,...). La présente étude s'est appesantie sur l'écologie de l'espèce et les connaissances endogènes des populations riveraines des réserves de Biosphère de la Pendjari et du W du Bénin. Le principe de base est la présence des populations de *Hystrix cristata* dans ces réserves. L'objectif de cette étude est de contribuer à l'amélioration des connaissances sur l'écologie et l'importance socioculturelle du porc-épic à crête. Les investigations menées pendant l'étude ont permis d'élucider les paramètres permettant de connaître les habitats fréquentés et les conditions écologiques qui régissent la survie de l'espèce ainsi que les relations entre les populations humaines et celles de *Hystrix cristata*. Les relevés des indices de présence ont été effectués suivant la méthode dite « marche de reconnaissance guidé » (recce guidé) et de comptage indirect en milieu naturel. Egalement des visites systématiques dans les milieux indiqués par les informateurs sont effectuées, de même des tournées nocturnes sont effectuées. Les données sur les pressions, les utilisations et le régime alimentaire et les observations sur le terrain. Les données ethnozoologiques sur l'espèce sont collectées à base des entretiens individuels auprès de 260 personnes constituées de pêcheurs, de chasseurs, de tradipraticiens, d'exploitants agricoles... dans 10 villages riverains. Les résultats des travaux ont permis d'étudier l'importance socioculturelle, les menaces, les différents habitats fréquentés et le régime alimentaire de l'espèce dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W au Bénin et leur périphérie. L'habitat préférentiel et la distribution de *Hystrix cristata* ont été examinés dans les réserves de la Pendjari et du W-Bénin. La présente étude combine des données sur la sélection de l'habitat, les menaces, les relations socio-économiques et le régime alimentaire. Cette étude a permis de constater que l'espèce a une préférence aux habitats moins fermés et les formations végétales sur des substrats rocheux ou pierreux. Il est constaté que les savanes arbustives concentrent 47,62% des sites d'occurrences contre seulement 3,28 % pour les galeries forestières. Le test de Kruskal-Wallis indique une différence significative ($p = 0,002$). Le taux de rencontre moyen est de 2,85 indices/km. Les principales menaces pesant sur l'espèce sont le braconnage (96,15%), les actions anthropiques ou dégradation des habitats. L'importance ethnozoologique de *Hystrix cristata* a été évaluée et quatre formes d'utilisation (alimentaire, médicinale, commerciale et ornementale) sont identifiées. La forme alimentaire (4,95) est celle pour laquelle la valeur de diversité d'utilisation est la plus élevée suivie de celle médicinale (3). Les organes les plus utilisés sont la peau et la chair, le piquant et l'estomac. Son régime alimentaire est très diversifié et constitué essentiellement des fruits, de racines, de tubercules, du dattier sauvage (65,5%), du baobab, de karité de *cochlospermum* à teinture (76,42%), etc., et il peut ronger les os en période de rareté des plantes. L'étude des interactions existant entre les populations locales, l'environnement et les porcs-épics à crête est indispensable pour une meilleure compréhension des capacités d'adaptation de *Hystrix cristata* aux perturbations de l'habitat et pour l'évaluation des menaces spécifiques au contexte local. De telles études peuvent contribuer à améliorer l'efficacité et la durabilité des actions de conservation ainsi que le développement des populations riveraines.

Mots clés : *Hystrix cristata*, caractéristique écologique, menaces, savoirs locaux, réserve de biosphère, Bénin.

Abstract

The crested porcupine (*Hystrix cristata*) population is declining in its range and the situation is not different in Benin. The crested porcupine is the largest rodent in Benin, discreet and little known. It is a species in precarious situation, threatened with extinction because of the pressures (hunting, destruction of the habitats...). His body is covered with long spines (prickles), ringed in white and black. The present study focused on the ecology of the species and the endogenous knowledge of the riparian populations of Benin's protected areas, in particular the Biosphere reserves of Pendjari and W in Benin. The basic principle is the presence of crested porcupine populations in these reserves. The objective of this study is to contribute to the improvement of knowledge on the ecology and the socio-cultural importance of the crested porcupine. Investigations during the study shed light on the parameters used to determine the habitats frequented and the ecological conditions governing the survival of the species, as well as the relationships between the human and crested porcupine populations. The methodological approach adopted is based on the research and analysis of presence indices in the real world and the valorization of the endogenous knowledge of socio-professional groups (fishermen, hunters, traditional healers, farmers ...). The methods of guided recce and indirect counting in the wild associated with the results of the surveys used made it possible to study the socio-cultural importance, the threats, the different habitats frequented and the diet of the animals species in the biosphere reserves of Pendjari and W in Benin and their periphery. Preferred habitat and distribution of the crested porcupine were examined in the Pendjari and W-Benin reserves.

The present study is the first on this species, which combines data of preferential habitat use, threats, socio-economic relations and diet. This study found that the species has a preference for less closed habitats and plant formations on rocky or stony substrates. Tree savannas record 47.62% of observations, saxicolous formations (36.97%), tree savannas (12.13%) and forest galleries (3.28%). The Kruskal-Wallis test indicates a significant difference ($p = 0.002$). The average encounter rate is 2.85 indices / km. The main threats to the species are poaching, anthropogenic actions or habitat degradation. The ethnozoological significance of the crested porcupine was evaluated. Four forms of use (food, medicinal, commercial and ornamental) are identified. The food form (4.95) is the one for which the value of use diversity is the highest followed by medicinal (3). The most used organs are skin and flesh, pungency and stomach. The diet of the crested porcupine is highly diversified and consists mainly of plants including fruits, seeds, roots, tubers, dye cochlospermum, wild date palm, baobab, shea, etc., and can gnaw the bones in times of scarcity of plants. The study of the interactions between local populations, the environment and crested porcupines is essential for a better understanding of the adaptability of crested porcupines to the disturbances of the habitat and for the evaluation of the specific threats to the local context. Such studies can help improve the effectiveness and sustainability of conservation actions and the development of local populations.

Key words: *Hystrix cristata*, ecological characteristic, threats, local knowledge, biosphere reserve, Benin.

INTRODUCTION GENERALE

Les hommes ont toujours été curieux et n'ont jamais cessé de se poser les questions sur tout ce qui les entourait. Aux multiples interpellations sur l'écosystème forestier, à travers les âges, les relations liant les hommes aux plantes et aux animaux ont donné naissance à des représentations variées. Selon Dans chaque société, une place privilégiée est réservée à une ou plusieurs espèces animales ou végétales (Mogomba, 2013). La faune sauvage est relativement bien connue de la population béninoise. Certains animaux sont populaires du fait de leur importance culturelle, économique, culturelle, etc. En Afrique, la grande faune sauvage fait souvent office de vitrine de l'environnement et elle est synonyme dans de nombreuses sociétés d'apport nutritif protéique de premier ordre. La compréhension de la distribution des mammifères (petits et grands) dans une aire protégée passe nécessairement par la mise en évidence des facteurs de répartition propres à chaque espèce et par la mise en relation de ces facteurs avec le comportement intrinsèque de l'animal vis-à-vis du milieu, de ses congénères et des autres espèces (y compris l'homme). Les questions de la disponibilité et de la qualité d'un habitat semblent avoir été étudiées par les scientifiques pour différentes classes d'animaux.

1. Problématique

La conservation de la nature et de ses richesses est de nos jours un véritable enjeu. Les réserves de Biosphère de la Pendjari et du W du Bénin se situent dans la partie septentrionale du Bénin qui se distingue par la combinaison originale de plusieurs facteurs (climatiques, biogéographiques, pédologiques, hydrographiques, anthropiques) expliquant la présence d'habitats divers subissant d'importantes modifications au cours des saisons. Il s'agit des aires protégées d'Afrique, riches en termes de diversité biologique, de la zone soudanienne. Malgré ces caractéristiques, la petite faune n'a quasiment pas fait l'objet de recherches.

Les rongeurs constituent l'ordre le plus diversifié des mammifères, représentant presque la moitié de ceux-ci, 2021 espèces de rongeurs sur 4629 de mammifères répertoriées (Wilson et Reeder cités par Ba, 2002). Jusqu'à nos jours, les études sur la faune au Bénin sont beaucoup plus focalisées sur la grande faune, laissant pour compte la petite faune (Di Silvestre, 2004 ; Sogbohossou, 2006 ; Mouzoun, 2014). Ce qui réduit considérablement les connaissances sur les animaux de petite taille, qui du coup, ne sont pas intégrés spécifiquement aux plans d'aménagement. Les porcs-épics à crête font partie de ces petits mammifères rongeurs. Le porc-épic à crête (*Hystrix cristata* Linnaeus, 1758) est le plus gros rongeur (Aulagnier *et al.*, 2015).

La survie d'un animal dépend, notamment des caractéristiques biotiques et abiotiques de son environnement (Williams *et al.*, 2001). L'un des thèmes centraux de l'écologie des populations animales

est la relation entre les espèces et leurs habitats (Morrison *et al.*, 2006 ; Cagle, 2008). L'occupation d'un habitat par une espèce animale est déterminée par plusieurs facteurs : la structure de sa végétation, sa configuration (taille, forme, distribution de la végétation dans la zone) et la composition taxonomique de sa flore. Les conditions physiques (altitude, substrat, ...) sont également utilisées pour décrire les habitats et sont souvent en relation avec les formations végétales présentes (Freycon *et al.*, 2003). Chaque espèce animale répond de manière particulière aux conditions environnementales (Morrison *et al.*, 2006). La prise en compte des habitats est aujourd'hui perçue comme une nécessité dans la mise en place des politiques de conservation de la biodiversité (Delassus *et al.*, 2009 ; Clap et Moral, 2010). L'observation des porcs-épics à crête peut apporter beaucoup d'explications aux conditions environnementales du milieu ou du site. Connaître et comprendre les habitats naturels constitue une étape préalable nécessaire à la préservation de la biodiversité. Face à la variété des habitats exploitables dans un espace donné, un animal doit sélectionner celui qui est le plus profitable, susceptible de lui fournir un abri et des ressources alimentaires.

De plus, les porcs-épics à crête appartiennent au patrimoine culturel des populations car ils sont employés comme personnages dans les contes, proverbes ou encore très utilisés dans la médecine. Au Bénin comme ailleurs, plusieurs auteurs (Bellakhdar, 1997 ; De Visser *et al.*, 2001 ; Cuzin, 2003 ; Tchibozo et Motte-Florac, 2004 ; Lamarque, 2004 ; Ohlsen, 2010 ; Yaokokore-Beibro *et al.*, 2010 ; UICN, 2010 ; Mohamed, 2011 ; Dibloni *et al.*, 2013) ont révélé l'exploitation des pouvoirs naturels des porcs-épics à crête par les populations à des fins médicinales et comme des charmes pour s'attirer la chance et le bonheur, se protéger de la sorcellerie et des mauvais sorts. Aussi, sont-ils utilisés pour jeter de sort (Matter, 2005) et les piquants de porc-épic sont utilisés pour l'acquisition de puissances occultes (Dibloni *et al.*, 2013).

Le porc-épic à crête revêt donc une importance capitale dans la vie des populations. Cependant, les populations du porc-épic à crête constituent des menaces pour les cultures dans les champs se trouvant proche de leurs abris de par leurs actions déprédatrices des cultures (Lamarque, 2004 ; Grubb *et al.*, 2008 ; Rachem et Ounnas, 2012). La chasse ou la capture par des pièges des porcs-épics à crête à des fins alimentaires constitue une des méthodes de lutte contre cette destruction. Plusieurs études signalent la consommation des porcs-épics à crête au Bénin (De Visser *et al.*, 2001 ; Codjia et Assogbadjo, 2004 ; Assogbadjo *et al.*, 2005 ; Mouzoun, 2014) et ailleurs (Cuzin, 2003 ; Rachem et Ounnas, 2012). Leur importance alimentaire pour les populations est plus marquée du fait du goût de sa viande très appréciée.

L'évolution démographique mondiale induit une augmentation de l'exploitation des ressources naturelles, un accroissement des terres mises en cultures et une amplification de l'urbanisation (Vomscheid, 2011). Ainsi, la forte densité de la population constitue une demande latente en viande de brousse pour son goût. Cette forte densité de population entrave la conservation des ressources naturelles. Or les ressources naturelles font partie intégrante de notre patrimoine. Elles doivent, de ce fait, être utilisées rationnellement pour en assurer la durabilité. Cette situation, caractérisée par une pression des activités anthropiques, met en danger les ressources naturelles que comportent les écosystèmes béninois et influe incontestablement sur le rôle que jouent les écosystèmes en général et les réserves de biosphère en particulier. L'influence anthropique sur l'environnement en général et sur la faune en particulier suscite des inquiétudes pour les populations du porc-épic à crête qui sont déjà fragmentaires et rares au Bénin. Également, les animaux sauvages sont un apport important de protéines pour bon nombre de populations rurales et la chasse alimentaire demeure une activité toujours vive.

Les activités humaines (braconnage, agriculture, exploitation des ressources naturelles) et l'urbanisation (Codjia, 1996 ; De Groot *et al.*, 2007 ; Lévêque, 2011 ; Khaffou *et al.*, 2013 ; Konan et Yaokokore-Beibro, 2015) constituent des causes de dégradation des écosystèmes et de l'érosion de la biodiversité. Dans les régions où les porcs-épics à crête se retrouvent, ils constituent des espèces gibiers (De Visser *et al.*, 2001 ; Cuzin, 2003 ; Grubb *et al.*, 2008). Il convient alors de mesurer l'effet des activités humaines sur les populations du porc-épic à crête qui sont menacés par les activités anthropiques. Or, une conservation efficace d'une espèce doit d'abord se fonder sur une connaissance de son écologie, surtout lorsqu'il s'agit d'espèce rare ou menacée comme le porc-épic à crête. Par ailleurs, les études sur l'écologie pour le porc-épic à crête sont quasiment absentes des recherches fauniques en Afrique et surtout au Bénin. De même, il est primordial de ne pas négliger les connaissances endogènes aussi bien dans l'évaluation des ressources d'une zone que dans l'élaboration d'une stratégie de gestion. Des études antérieures ont montré que *H. cristata* est plus fréquent dans les milieux accidentés et rocailleux, steppes semi-désertiques, savanes, etc. où il subit encore d'importantes pressions d'origine humaine (Cheniti, 2001 ; Lamarque, 2004 ; Grubb *et al.*, 2008). Alors quelles sont les potentialités écologiques des écosystèmes béninois en général et des réserves de biosphère de la Pendjari et du W-Bénin en particulier en matière de conservation *in situ* du porc-épic à crête ? L'information sur les caractéristiques écologiques de ses réserves de biosphère du Bénin a montré qu'elles ont de véritables potentialités et des aptitudes à la conservation *in situ* du porc-épic à crête. Ainsi donc, où peut-on trouver *H. cristata* dans ses réserves ? En revanche, la question de la détermination des conditions environnementales favorables à la présence de *H. cristata* n'a pas

encore été réellement prise en considération. Or l'impact de ces facteurs sur la distribution des espèces au Bénin demeure un enjeu important, notamment en matière des stratégies d'adaptation, de gestion et de domestication. Du coup, la conservation de *H. cristata* devient un défi du fait des incertitudes et des questionnements qui lui sont associés. Comment maintenir les populations de l'espèce ? C'est pour contribuer à lever ces incertitudes et à combler les lacunes liées au déficit de données scientifiques que cette étude a été initiée. Bien que des études soient réalisées sur le porc-épic à crête à travers le monde, très peu sont effectuées au Bénin. Les dernières en date sont celles de De Visser *et al.* (2001), Oussou (2002), Oussou *et al.*, 2007 et Mouzoun (2014). Ces études se sont dans leur ensemble consacrées à une brève description de l'espèce, sa répartition géographique, son habitat, son statut au Bénin et les menaces. Ces études fournissent des données sur les zones de présence au Bénin et les habitats au sein desquels les porcs-épics à crête sont présents, de même qu'un point préliminaire des menaces qui pèsent sur leur survie. En effet, De Visser *et al.* (2001), à travers le guide préliminaire de reconnaissance des rongeurs du Bénin, ont montré les zones de présence du porc-épic à crête à travers le Bénin. Oussou (2002) et Oussou *et al.* (2007), ont essayé de décrire les types d'habitats fréquentés par l'espèce et son régime en milieu naturel d'une part et d'autre part, en captivité. Mouzoun (2014), quant à lui, a abordé les paramètres écologiques des habitats fréquentés par l'espèce et les connaissances ethnozoologiques dans la réserve de biosphère transfrontalière du W du Bénin et ses périphéries. De plus, les données existantes sont parfois très incomplètes, avec des approximations systématiques. La structure de la végétation et du sol, la composition spécifique de la faune et de la flore sont contrôlées par le climat (Gitay *et al.*, 2002). En effet, il est incontestable que l'évolution du monde animal a toujours été influencée par l'environnement abiotique et le climat y joue un rôle fondamental (Gautier-Hion *et al.*, 1999). Toute modification importante des paramètres climatiques affecte directement les fonctions des organismes individuels (croissance), modifie les caractéristiques des populations (importance numérique) et change la structure, la fonction des écosystèmes (composition des espèces et leurs interactions) et leur distribution dans le paysage (De Menocal, 2004). En raison du changement climatique mondial et de la déforestation croissante liée aux actions anthropiques (Juo & Wilding, 1996 ; Querouil, 2001 ; Katuala, 2009), un intérêt croissant s'observe face au problème de la perte (modification) de la biodiversité. Il est reconnu, que la majorité de la population rurale dépend de la brousse pour sa vie quotidienne (Milner-Gulland et Bennett, 2003). Ces populations puisent dans la brousse l'essentiel de leurs protéines, médicaments, énergie, matériaux et revenus (Meniko To Hulu, 2011). Les Réserves de Biosphère de la Pendjari et du W du Bénin où les présentes recherches sont conduites ne sont pas épargnées des pressions anthropiques. Ces réserves subissent

une pression de plus en plus croissante de la part de la population environnante, toujours en quête de nouvelles terres plus fertiles.

Cette revue bibliographique permet d'affirmer que peu d'études approfondies sur l'écologie du porc-épic à crête sont réalisées. Ces études antérieures méritent bien d'être approfondies afin d'apporter de nouvelles informations. Il est admis dans ce travail, en accord avec de nombreux auteurs que le porc-épic à crête ne choisit pas son habitat par hasard.

La question principale de cette thèse est : quels sont les déterminants écologiques de l'utilisation d'un habitat par *Hystrix cristata* dans les réserves de Biosphère de la Pendjari et du W du Bénin et les relations des populations riveraines avec l'espèce ? Les informations relatives aux paramètres écologiques sont de fait, révélatrices de la manière dont cette espèce interagit avec son environnement et de ses exigences en termes d'habitat. De même, les données sur les connaissances et les relations des populations riveraines avec l'espèce pourraient indiquer le rôle socioculturel pour les populations riveraines. En effet, les connaissances sur les exigences d'une espèce animale concernant son habitat sont indispensables dans le cadre de la conservation des habitats et de la préservation de l'espèce. Pour ce faire, on cherchera de répondre aux questions secondaires de recherche suivantes :

- ☉ quels sont les facteurs déterminants la présence de *Hystrix cristata* dans un habitat ?
- ☉ quelles sont les différentes pressions que subissent les populations de *Hystrix cristata* ?
- ☉ quelles sont les connaissances endogènes des populations riveraines sur cette espèce ?
- ☉ quel est le régime alimentaire de *Hystrix cristata* ?
- ☉ Y a-t-il une modification de l'aire de répartition future de *H. cristata* lors du changement des facteurs environnementaux ?

2. Objectifs de la thèse

L'objectif général de l'étude est de contribuer à l'amélioration des connaissances sur l'écologie et les savoirs endogènes locaux sur le porc-épic à crête afin d'aider à la prise de décision concernant d'éventuelles mesures de conservation de l'espèce. De façon spécifique, il s'agit de :

1. caractériser l'environnement de chaque habitat fréquenté par *Hystrix cristata* dans l'aire d'étude ;
2. identifier les formes de pression exercées sur les populations de *Hystrix cristata* ;
3. recenser les connaissances endogènes des populations riveraines des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin sur *Hystrix cristata* ;
4. déterminer la composition du régime alimentaire de *Hystrix cristata* ;
5. prédire la distribution spatiale de *Hystrix cristata* sous forme de cartes d'occurrence dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W au Bénin à l'horizon 2055.

3. Hypothèses de recherche

L'hypothèse centrale de cette thèse est : les connaissances sur les exigences du porc-épic à crête en matière d'habitat et une meilleure prise en compte des connaissances endogènes contribuent à la gestion durable de l'espèce dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin. Les hypothèses secondaires sont les suivantes :

1. la distribution de *Hystrix cristata* est conditionnée par des facteurs environnementaux caractérisant les différents habitats qu'il fréquente ;
2. des pressions sont exercées sur les populations de *Hystrix cristata* dans l'aire d'étude ;
3. les populations riveraines des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin détiennent des savoirs locaux sur *Hystrix cristata* ;
4. le porc-épic à crête possède un régime alimentaire de type omnivore à spectre trophique large ;
5. les populations du porc-épic à crête connaîtront une régression ou extension de leur habitat potentiel lorsque les facteurs environnementaux influençant la sélection de l'habitat seront modifiés.

4. Importance de l'étude

La présente étude sur l'écologie du porc-épic à crête et les connaissances endogènes des populations riveraines des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin par rapport à l'espèce, a double intérêt (scientifique et socioéconomique). Au plan scientifique, cette étude va permettre de compléter les efforts entamés par les scientifiques sur les connaissances écologiques par rapport au porc-épic à crête; de mieux comprendre les causes et conséquences des actions anthropiques et la modification des paysages sur la survie de l'espèce ; de s'assurer des connaissances que les populations riveraines ont des rôles socio-économiques et culturels des porcs-épics à crête ; de constituer une source d'informations pour les acteurs du développement, les scientifiques et les gestionnaires pouvant orienter les projets et programmes de conservation de la diversité biologique et la promotion du développement économique.

Au plan pratique, l'étude permettra d'identifier et de proposer des systèmes de conservation et de préservation des populations du porc-épic à crête au Bénin. Ce qui permettra la valorisation de l'espèce pour le développement de l'écotourisme. Bien que ces informations soient fort utiles pour la gestion durable de l'espèce, elles le sont également à l'échelle nationale et internationale car, elles permettront également d'orienter les stratégies de conservation.

5. Structure de la thèse

La thèse est structurée en deux parties qui rendent compte du travail réalisé. La première partie est intitulée « Milieu d'étude, Matériel et Méthodes » et la deuxième partie, « Résultats et Discussion ». Chaque partie comporte trois chapitres. Chacun des chapitres contient une introduction et une

synthèse. Chaque partie possède une conclusion partielle. La première partie regroupe les chapitres 1, 2 et 3 ; la deuxième partie rassemble les chapitres 4, 5 et 6. Le premier chapitre présente les caractéristiques générales de l'aire d'étude. Le second expose la synthèse bibliographique sur *Hystrix cristata* et les méthodes utilisées pour la réalisation de ce travail. Dans le troisième, les matériels et méthodes utilisés pour la réalisation de ce travail sont présentés. Les résultats relatifs à la caractérisation écologique du porc-épic à crête et à la prédiction de la répartition spatiale des habitats favorables à la survie de l'espèce sont examinés dans le chapitre 4. Le chapitre 5 concerne à la fois les connaissances et les résultats liant les pressions et les menaces par rapport à la survie de l'espèce. Dans le chapitre 6, il est discuté les aspects méthodologiques et les principaux résultats obtenus au cours de cette thèse ainsi que les mesures de conservation identifiées et suggérées à son égard. Les limites des méthodes adoptées et les perspectives pouvant permettre d'améliorer encore les connaissances sur le porc-épic à crête y sont également exposées. Ce plan est adopté dans le souci d'équilibre des parties en nombre de chapitres et en nombre de pages dans une certaine mesure.

PREMIERE PARTIE :

MILIEU D'ETUDE, MATERIELS ET METHODES

CHAPITRE 1 : MILIEU D'ETUDE

Ce chapitre présente les différents paramètres du milieu physique (climat, sols, végétation, réseau hydrographique) et les caractères de l'environnement humain à travers les traits socio-économiques. Ces différents facteurs sont déterminants pour la compréhension de la dynamique du milieu d'étude. L'étude du paysage humain met en évidence les pratiques qui ont une influence sur le milieu physique et plus particulièrement, sur les populations du porc-épic à crête et la perception de la dynamique des populations de l'espèce par les populations riveraines des aires protégées du Bénin.

1.1. Aperçu général des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin**1.1.1. Situation géographique**

L'aire d'étude est située à l'extrême nord du Bénin et couvre les départements de l'Atacora (Réserve de biosphère de Pendjari) et de l'Alibori (Réserve de biosphère du W du Bénin). Elle se situe entre les 10^{ème} et 13^{ème} parallèles nord, plus précisément entre 10°36'00" et 12°25'00" de latitude nord, et entre 0°56'11" et 3°05'00" de longitude est.

Les réserves de biosphère que sont la Pendjari et W du Bénin constituent un complexe écologique, s'étalant sur deux départements (Atacora et Alibori) et sept communes (Tanguiéta, Matéri, Kérou, Malanville, Karimama, Kandi et Banikoara) et couvrant une superficie totale de 1 143 000 hectares, dont 575 000 hectares (Tiomoko, 2014) pour la réserve de la Pendjari et 568 000 hectares pour celle du W (Rabeil, 2003). Ces deux réserves, situées à l'extrême nord du Bénin font partie intégrante du complexe WAP (W-Arly-Pendjari), qui regroupe la Réserve de Biosphère Transfrontalière « W », partagée par le Bénin, le Niger et le Burkina Faso; le parc national Arly au Burkina Faso et la réserve de biosphère de la Pendjari au Bénin. L'aire d'étude est limitée au nord par le Burkina Faso (rivière Mékrou jusqu'au point triple transfrontalier au Niger et au Burkina Faso), à l'est par le fleuve Niger. La figure 1 présente la localisation géographique de l'aire d'étude.

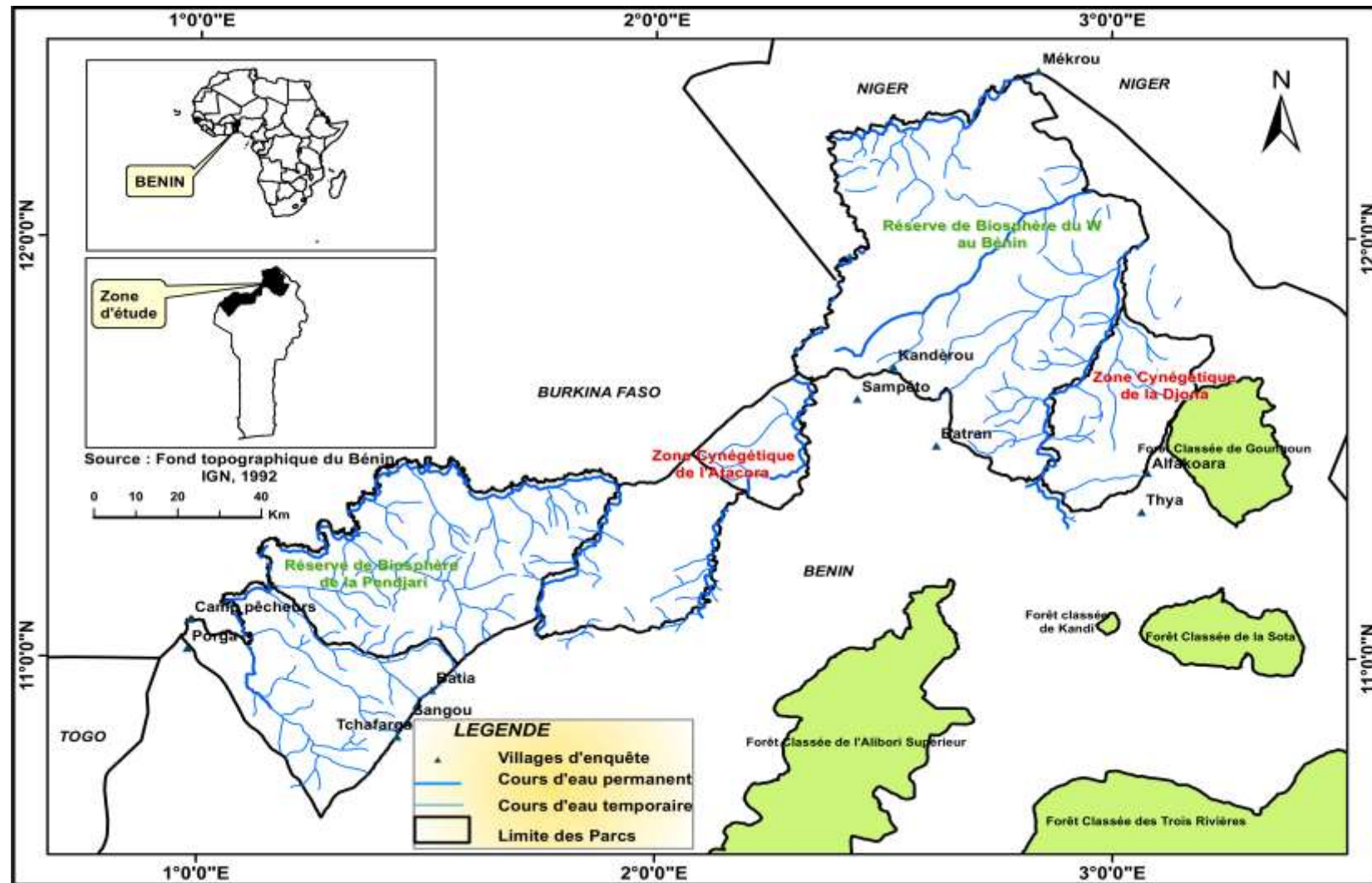


Figure 1: Carte de la situation géographique de l'aire d'étude (réserves de la Pendjari et du W du Bénin)

Source : Résultats travaux de laboratoire, 2017

Sur la carte de la situation géographique (figure 1), les points noirs représentent certaines localités dans l'aire d'étude. Batia, Sangou, Kponta, etc. sont les noms des localités.

1.1.2. Climat

L'aire d'étude est soumise à un climat tropical de type soudanien, caractérisé par deux saisons bien tranchées: une saison sèche d'environ sept mois et une saison des pluies d'environ cinq mois, marquée par une irrégularité de précipitations oscillant entre 1 200 et 1 500 mm/an. Le climat est composé de plusieurs éléments qui influencent le développement de certaines espèces. Les paramètres climatiques (précipitation, l'humidité relative, température, etc.) influencent les conditions de vie de certaines espèces animales. La présentation des variables climatiques s'appuie sur des données recueillies par le service météorologique de Kandi et de Natitingou. L'étude a été faite sur une période de trente ans (1986-2015). Elle a pour but de faire une synthèse climatique.

Le climat est un des facteurs déterminants des fluctuations intra et inter-annuelles de la végétation. Il est donc indispensable de connaître au mieux les caractéristiques climatiques des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin. Les pluviométries constituent un facteur influençant la disponibilité des ressources alimentaires pour la faune en général et en particulier pour le porc-épic à crête, parce qu'elles influencent la croissance de la végétation. Cette dernière sert d'habitat et fournit les ressources dont se nourrissent les porcs-épics à crête. L'abondance de la végétation est conditionnée par la quantité, mais aussi par la répartition des précipitations et la durée de la saison des pluies. Les pluies se répartissent en général dans l'aire d'étude entre le mois d'avril et le mois d'octobre. Ce qui fait une saison des pluies de 6 à 7 mois. Elle succède à une saison sèche de 5 à 6 mois qui se divise en deux périodes bien distinctes : la saison sèche froide de novembre à fin janvier suivie de la saison sèche chaude de février à mai. Durant la saison sèche froide, les températures descendent souvent très bas pendant la nuit. Le mois de mars est le mois le plus chaud avec une moyenne de 30,71°C (réserve de la Pendjari) et le mois d'avril avec une moyenne de 32,87°C pour la réserve du W-Bénin pour la période 1986-2015 (figure 2).

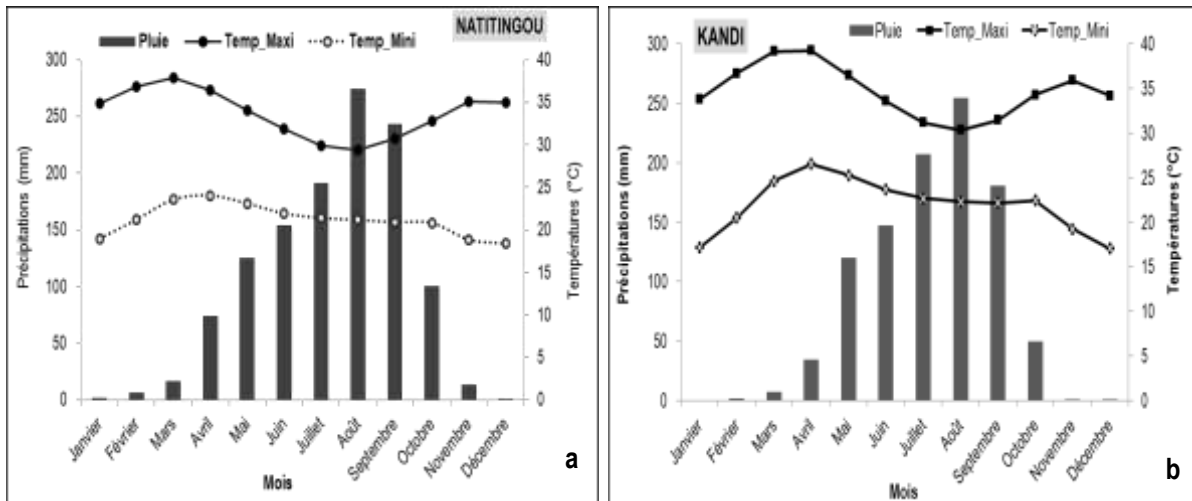


Figure 2: Précipitations et températures (maximum et minimum) moyennes mensuelles à Natitingou (a) et à Kandi (b) pour la période 1986-2015

Source : ASECNA/Cotonou, 2017

A la lecture de la figure 2, il s'aperçoit que les hauteurs mensuelles de pluies varient d'une réserve à une autre, de même que le nombre de mois secs. Ainsi, la réserve de biosphère du W-Bénin a enregistré 7 mois de sécheresse; par contre, la réserve de la Pendjari a enregistré 5 mois de sécheresse. Cette longue saison sèche influe considérablement sur les ressources biologiques du secteur d'étude. Cette zone bioclimatique présente une pluviosité annuelle variable. En effet, la moyenne annuelle pour la série étudiée est de 1002,63 mm alors que la moyenne mensuelle est de l'ordre de 83,55 mm pour cette période d'étude à la station météo de Kandi (département de l'Alibori). Pour le département de l'Atacora (station météo de Natitingou), la moyenne annuelle pour la même période est de 1199,96 mm et la moyenne mensuelle est de l'ordre de 100 mm. Or, la période pluvieuse s'étend de mi-avril à mi-octobre avec un maximum moyen de 264,81 mm pour le mois d'août. Ce maximum moyen est de 254,95 mm et 274,67 mm respectivement pour la station de Kandi et celle de Natitingou. La période sèche s'étend de mi-octobre à mi-avril, et coïncide avec la saison la plus chaude. Elle présente un minimum moyen de 0,0 mm pour le mois de janvier à la station de Kandi et 0,42 mm à la station de Natitingou.

L'analyse de la variation des précipitations moyennes annuelles montre une tendance à la sécheresse. Par ailleurs, les risques liés à la pluviométrie concernent la grande variabilité de la pluviométrie dans l'espace et dans le temps et l'agressivité des pluies. Ces contraintes climatiques contribuent, pour beaucoup, à l'exacerbation du processus de désertification dans cette zone. Tous ces paramètres climatiques sont très déterminants dans la disponibilité de l'habitat de la faune en général et surtout

pour le porc-épic à crête dans l'aire d'étude puisque son régime alimentaire est essentiellement constitué de végétaux.

1.1.3. Réseau hydrographique, relief et unités géologiques

Bien que peu arrosées, les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin ont un réseau hydrographique assez dense formé par les rivières Mékrou, Alibori et Pendjari dont la dernière donne son nom à la réserve de biosphère de la Pendjari, et leurs affluents et quelques cours d'eau temporaires (Wilson et Dulieu, 2004). Ce réseau est complété par des mares naturelles comme Bali, Mare sacrée, Mare Fogou, Sapiengou, Barabon, mare aux crocodiles, Bangoutchiré, Tatabouba, Bossebandu, Kesseguidé, Barboti, etc. La figure 3 présente le réseau hydrographique des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin.

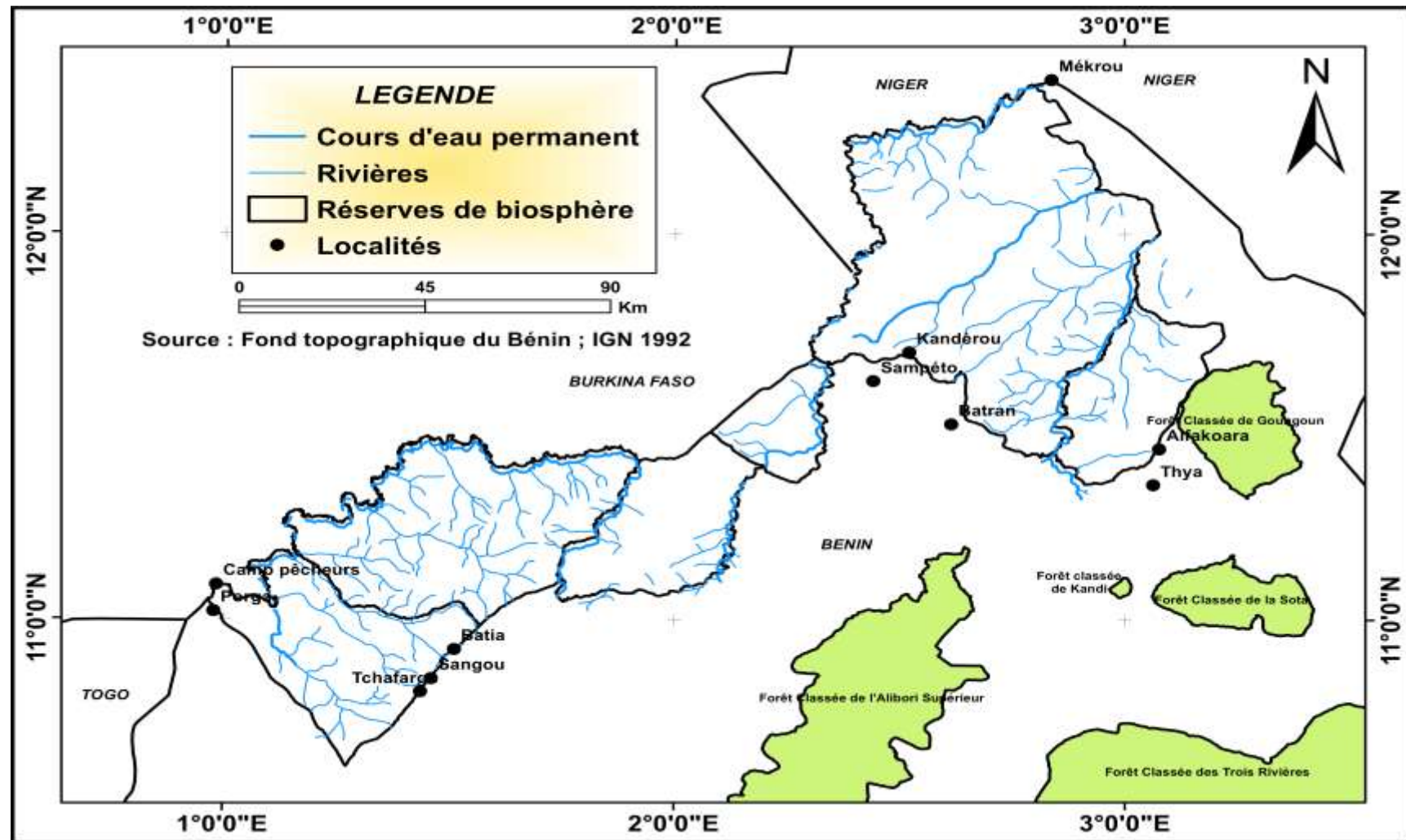


Figure 3: Carte du réseau hydrographique de l'aire d'étude

Source : Travaux de laboratoire, 2017 et 2018.

L'analyse de la figure 3, fait remarquer que les rivières (cours d'eau temporaires) sont plus abondantes dans l'aire d'étude. Bien que l'aire d'étude soit peu arrosée (climat soudanien), elle a un réseau hydrographique assez dense constitué par les cours d'eau Alibori, Mékrou et Pendjari, qui permanents.

Sans reliefs bien marqués, hormis la chaîne de l'Atacora, les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin constituent un vaste ensemble de pénéplaine, caractéristique du vieux bouclier ouest-africain et parsemées d'affleurements cristallins qui comptent parmi les roches les plus anciennes de la planète (Wilson et Dulieu, 2004).

La géologie en place dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin est souvent marquée par des sols latéritiques épais, parfois indurés jusqu'à constituer des cuirasses imperméables et en quelque sorte "bétonnées", aux conséquences importantes sur l'écologie et la végétation qui s'y développe. La vaste pénéplaine de la zone est marquée par des vestiges cristallins (inselbergs), souvent chaotiques et spectaculaires, qui abritent une flore et une faune spécifiques et variées, ainsi que par des collines tabulaires dont les sommets constituent les reliques de niveaux érodés anciens, qui sont à leur tour lentement rongés sur leurs flancs. Ces collines sont elles-mêmes souvent recouvertes de cuirasses latéritiques épaisses et compactes (Wilson et Dulieu, 2004). Le cuirassement des sols ou cuirasse latéritique constitue la formation géomorphologique la plus commune de la zone étudiée. Ces cuirassements apparaissent également sous forme de grands affleurements (planche 1).



Planche 1: Vues partielles d'affleurements rocheux au niveau du lit d'une rivière dans la Pendjari (a), de blocs rocheux dans le W-Bénin (b) et de la chaîne de l'Atacora avec sa végétation au sud de la réserve de Pendjari (c et d).

Prise de vue : Mouzoun (a, b et c) et Henri (d), décembre 2015

Les photos (a, b, c et d) de la planche 1 témoignent de la structure géologique de l'aire d'étude. Ces photos montrent une grande variété de configurations naturelles des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin. C'est aussi la preuve de la géomorphologie locale de ces réserves de biosphère. Ce qui offre des possibilités d'abris aux porcs-épics à crête.

Les principaux types de sols rencontrés dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin sont : les sols ferrugineux, les sols ferrugineux hydromorphes, les sols ferrugineux à concrétion formant parfois une cuirasse imperméable, les sols ferralitiques, les vertisols (CENAGREF, 2004 ; PAPE, 2014). La figure 4 présente la carte pédologique de l'aire d'étude.

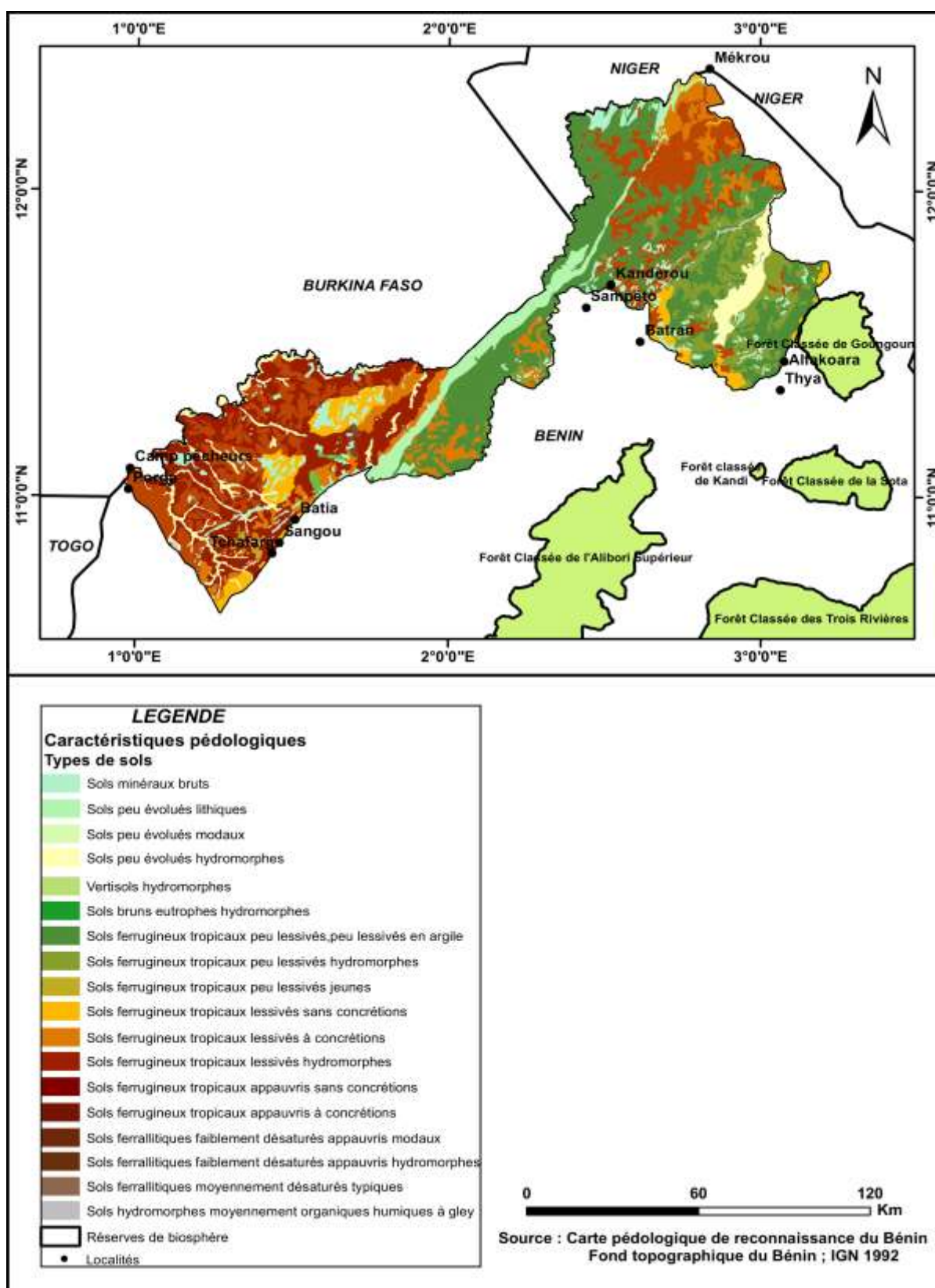


Figure 4: Carte pédologique des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin

Source : Résultats travaux de laboratoire, 2017.

Il est constaté à la lecture de la carte des unités pédologiques (figure 4) que, dans l'ensemble des réserves, les sols ferrugineux tropicaux sont prédominants avec des blocs rocheux parfois. Ces derniers sont intéressants pour les porcs-épics à crête dans la mesure où ils procurent des abris potentiels. Les eaux d'écoulement y aménagent des cavités utilisables pour les animaux et peut-être pour les porcs-épics à crête.

Cette richesse pédologique dans les réserves de biosphère du Bénin (Pendjari et W-Bénin) permet l'apparition et le maintien de nombreuses espèces ligneuses. Aussi, les conditions topographiques et pédologiques des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin offrent-elles des conditions favorables à la survie de nombreuses espèces végétales, herbacées ou graminées, arbustives ou arborées, etc. Aussi, les conditions topographiques et pédologiques locales offrent-elles une variété d'habitats pour la faune en général et pour le porc-épic à crête en particulier.

1.1.4. Flore

Le cortège floristique des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin comporte une large part d'herbacées mais aussi de ligneux, qui constituent selon leur densité, des savanes arbustives ou arborées ; les formations plus fermées que l'on peut qualifier de forêts sèches se trouvant le long des rivières (galeries forestières et cordons ripicoles) (Dulieu, 2004). Le complexe Pendjari-W et sa périphérie s'articulent selon des composantes à la fois différentes et pourtant indissociables. Le paysage de la zone d'étude est le résultat des interactions entre les différentes actions de l'homme menées à travers le temps et les composantes climatiques. La quasi-totalité de la superficie des deux réserves peut être considérée comme formations savaniques avec quelques forêts claires, denses décidues et galeries. La carte d'occupation du sol réalisée à partir des images satellites, indique 6 classes (figure 5).

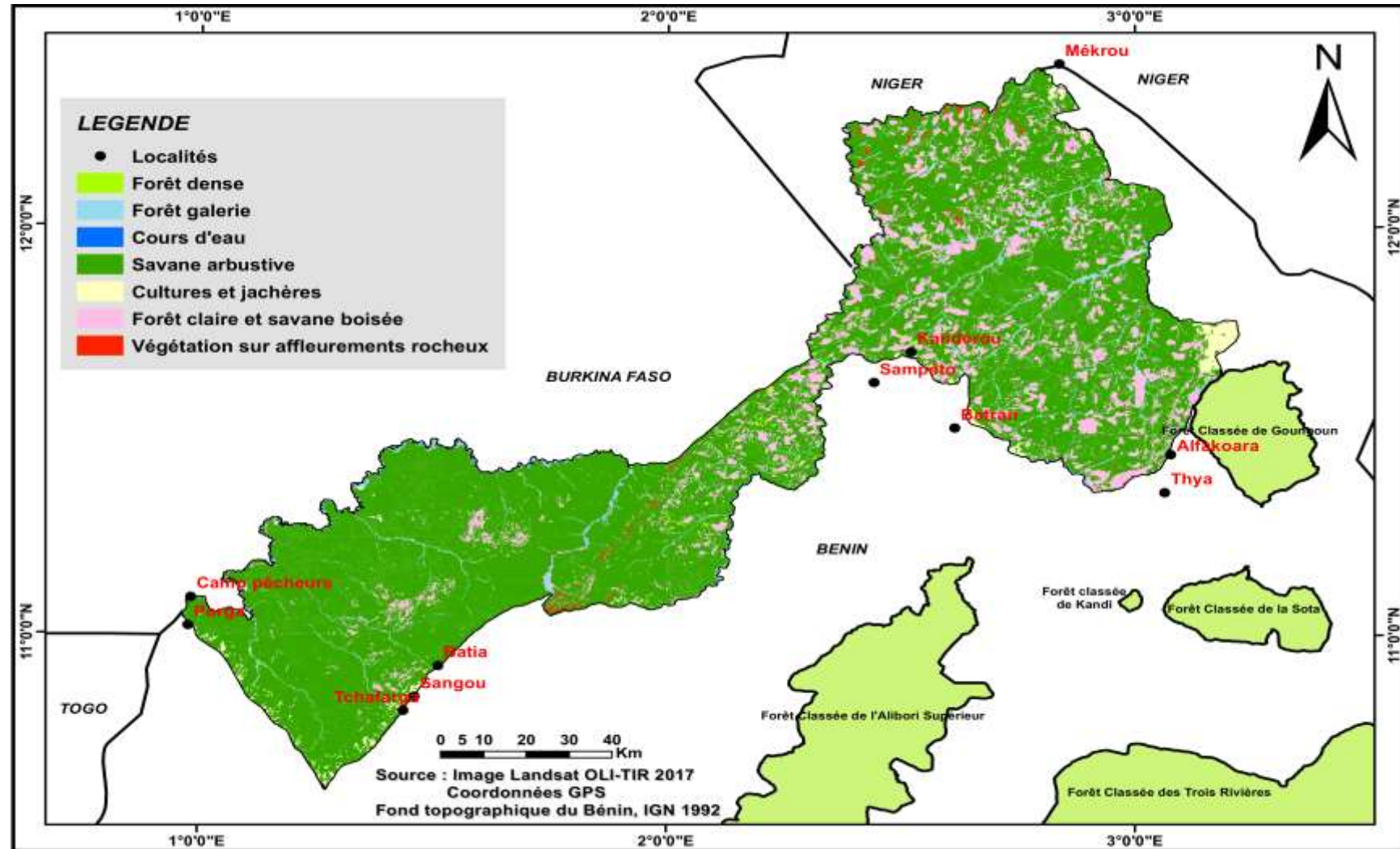


Figure 5: Classification de l'occupation du sol à partir de l'image satellite

Source : Résultats de travaux de laboratoire, 2017.

Les types de milieux dans l'aire d'étude sont composés de savane arbustive (32,94 %), de forêt claire et savane boisée (29,76 %), de forêt galerie (19,86 %), de végétation sur affleurement rocheux (10,86 %), de végétation buissonnante/humide (5,54 %) et de champs et jachères (1,04 %). On constate que les formations sur affleurement rocheux sont plus denses dans le sud et le nord de l'aire d'étude, les formations arbustives sont dominantes. Les résultats font observer une forte confusion entre les classes de « végétation arbustive » et « végétation arborée ». Ce problème vient sûrement de la date d'acquisition de l'image qui correspond à la fin de la saison des pluies. A cette période, les zones herbeuses et arbustives ont une faible activité chlorophyllienne, il est donc difficile de les discriminer. La surface de formations sur affleurement rocheux est plus réduite dans la réserve de biosphère du W du Bénin que dans l'ensemble des réserves.

Les principales espèces floristiques comme *Khaya senegalensis*, *Diospyros mespiliformis*, *Kigelia africana*, *Pterocarpus santalinoides*, *Daniellia oliveri*, *Ficus* spp, *Lannea microcarpum*, *Terminalia* spp, *Combretum* spp, *Tamarindus indica*, *Isobertinia* spp, *Anogeissus leiocarpa*, *Vitellaria paradoxa*, *Azizelia africana*, *Acacia seyal*, *Crossopteryx febrifuga*, *Gardenia erubescens*, *Ziziphus mauritiana*, *Sclerocarya birrea*, *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca*, *Andropogon* spp, etc. y sont rencontrées (Lamarque, 2004 ; PAPE, 2014). Les photos de la planche 2 montrent la vue partielle de végétation ligneuse.

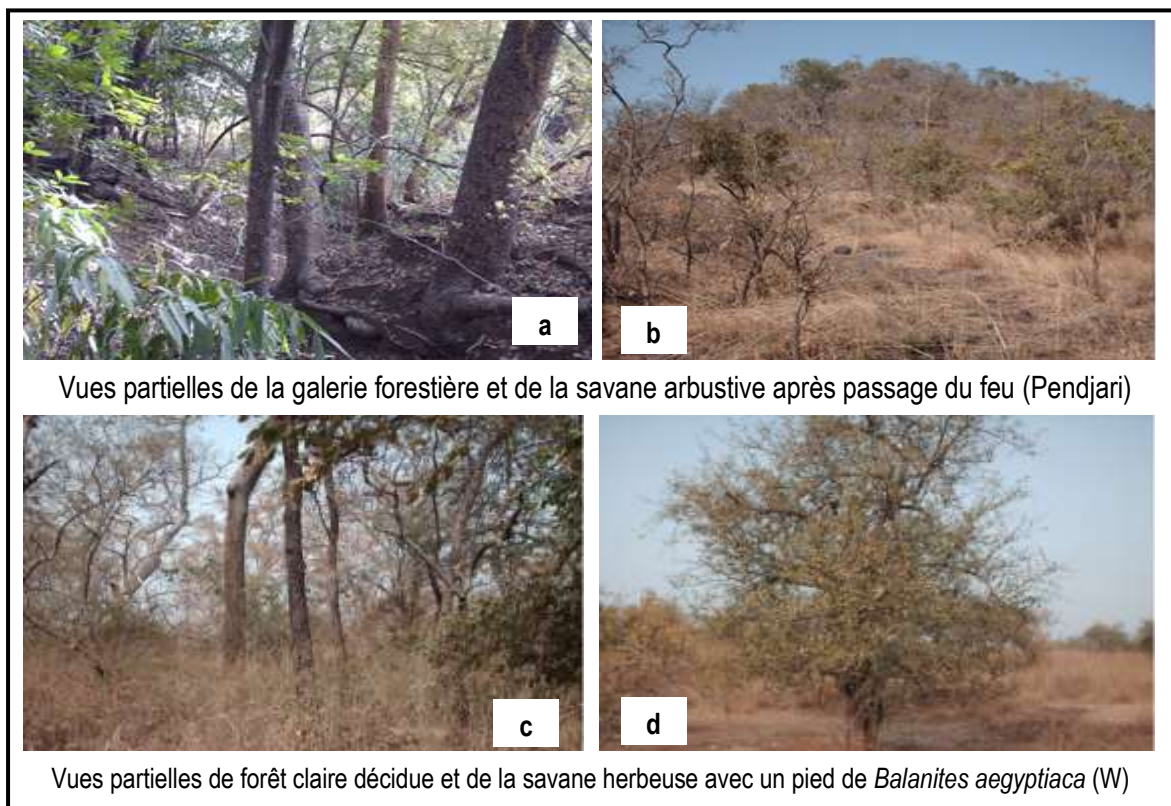


Planche 2: Types de formations végétales dans les réserves de biosphère (Pendjari et W du Bénin)

Prise de vue : Mouzoun, 2016

Il est observé à l'extrême gauche (photo a) une galerie forestière et extrême droite (photo b) une savane arbustive dans la réserve de biosphère de la Pendjari. Vers le bas (photo c), il est observé une forêt claire décidue et une savane arbustive (photo d) avec au premier plan un arbre de dattier sauvage (*Balanites aegyptiaca*) dans la réserve de biosphère du W du Bénin. Ces différentes formations végétales offrent des habitats et des ressources alimentaires variés aux porcs-épics à crête.

1.1.5. Caractéristiques humaines

La zone d'étude, s'étendant sur les départements de l'Atacora et de l'Alibori, la densité humaine est faible, avec 38 habitants au km² pour le département de l'Atacora et 33 habitants au km² pour le département de l'Alibori (INSAE, 2016). La population totale des communes riveraines est de 10711863 habitants (INSAE/RGPH4, 2016), répartie comme suit : Banikoara (10008749 habitants), Kandi (179290 habitants), Karimama (66353 habitants), Malanville (168641 habitants), Kérou (100197 habitants), Matéri (113958 habitants), Tanguiéta (74675 habitants). Les populations pratiquent diverses activités économiques : l'agriculture, la pêche, la chasse, le commerce, la restauration et l'hébergement, les activités sylvo-pastorales, etc. (INSAE, 2016). Environ 69 % des ménages dans le département de l'Alibori s'occupent de l'agriculture avec 74693 ménages agricoles sur 108351 ménages, ce qui lui confère le caractère de grenier du Bénin. Dans le département de l'Atacora, environ 67 % des ménages avec 71 644 ménages agricoles sur 107599 ménages s'adonnent aux activités agricoles (INSAE, 2016). Les ethnies couramment rencontrées dans ces deux départements sont : les Otamari ou Otamaribè; les Bariba ; les Peuls ; les Dendi ; les Gourmantché, les Biali ou Berba, les Waama, etc. (INSAE, 2016).

Les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin subissent des modifications d'origine anthropique. Les pressions anthropiques sont dues à l'accroissement de la population humaine dans les communes riveraines. De nombreux villages sont établis en bordure de ces deux réserves de biosphère et les habitants travaillent quotidiennement près de celles-ci. Ces populations sont fortement dépendantes des ressources biologiques des réserves et plus particulièrement des produits forestiers non ligneux pour l'alimentation, la construction des habitations, la fabrication des meubles et les soins de santé. Néanmoins, les activités humaines sont restreintes ou interdites. Les activités de chasse ou de collecte de produits forestiers sont interdites à l'intérieur des zones protégées. Toutefois, des activités de braconnage persistent et les conflits hommes-faune sauvage sont fréquents, les grands mammifères et même les porcs-épics sortent souvent des réserves pour piller les cultures. Traditionnellement, les communautés riveraines consomment de viande de brousse. Ainsi, les animaux sont tués soit par la chasse, soit par la pose illégale des pièges. Afin de mieux évaluer le rôle des activités humaines sur l'écologie des porcs-épics à crête, ces caractéristiques démographiques sont étudiées dans l'aire d'étude.

Bien que les deux réserves de biosphère soient situées dans la même zone biogéographique, des différences subsistent au niveau des paramètres climatiques, de la composition floristique, géologique ou géomorphologique et de la dynamique de la population humaine et des activités économiques. Ce qui peut constituer des facteurs limitant la présence de l'espèce dans une réserve. Ainsi, dans les sections suivantes, une présentation détaillée est faite pour chaque réserve.

1.2. Présentation de la Réserve de Biosphère de la Pendjari

1.2.1. Situation géographique

La réserve de biosphère de la Pendjari (RBP) fait partie du réseau des aires protégées du Bénin. Elle est située à l'extrême pointe nord-ouest de la République du Bénin. Administrativement, elle est localisée dans le département de l'Atacora. Ses limites géographiques sont comprises entre 10°30' et 11°30' latitude nord et entre 0°50' et 2°00' longitude est (Tiomoko, 2014). Communément appelée Parc National de la Pendjari, elle a été classée Parc national en 1961 puis en Réserve de Biosphère en 1986 (Sogbohossou, 2000). Avec une superficie totale de 575 000 ha, elle comporte :

- le Parc National de la Pendjari, intégralement protégé, d'une superficie de 275 000 ha ;
- les zones cynégétiques de la Pendjari (Batia et Porga), d'une superficie de 175 000 ha et de Konkombri (l'Atacora) de 125 000 ha de superficie, qui se trouvent respectivement au sud et à l'est du parc national et où sont autorisées les activités de chasse sportive pendant la saison sèche. La Réserve de la Biosphère de la Pendjari s'étale sur les territoires des Communes de Matéri, de Tanguiéta et de Kérou et se prolonge au nord-est par le Parc National du W.

1.2.2. Climat

La Réserve de Biosphère de la Pendjari jouit d'un climat de type soudanien avec un régime saisonnier unimodal (Tiomoko, 2014 ; Assogba *et al.*, 2017) caractérisé par :

- ☼ une saison sèche allant d'octobre à mai décomposée en une période fraîche allant d'octobre à février et une période chaude de mars à mi-mai. La période fraîche est celle de l'harmattan : vent sec et froid venant du nord, chargé de sable et de poussière, asséchant rapidement les points d'eau (mares et cours d'eau) et réduisant considérablement la visibilité ;
- ☼ une saison pluvieuse allant de mi-mai à mi-octobre.

La saison sèche s'étend sur une période d'environ sept mois. La pluviométrie annuelle oscille entre 900 mm et 1 000 mm (Adomou, 2005 ; Assogba *et al.*, 2017). L'évapotranspiration potentielle (ETP) est supérieure à 1500 mm par an témoignant d'un déficit hydrique saisonnier. L'humidité relative varie entre 13 % et 85 % au nord de la zone et 10 % et 73 % au sud. L'insolation, qui en intensifiant le pouvoir évaporant de l'air à la fin de la saison pluvieuse va provoquer l'assèchement plus ou moins rapide des

points d'eau (Sinsin, 1993). Quant à la température moyenne annuelle, elle varie de 18,6°C à 36,8°C au nord et de 20,5°C à 34,2°C au sud de la réserve. La température moyenne mensuelle varie de 30 à 34°C (Assogba *et al.*, 2017) et les températures les plus élevées sont observées en mars-avril et les plus faibles en décembre-janvier (Sogbohossou, 2000). La variation des précipitations moyennes annuelles observée montre une tendance à la sécheresse. Ces contraintes climatiques contribuent, pour beaucoup à la disponibilité en qualité et en quantité des habitats et des ressources alimentaires pour la faune en général et en particulier le porc-épic à crête.

1.2.3. Sols

Les principaux groupes de sols rencontrés dans la réserve (Faure, 1977 ; Houinato et Sinsin, 2000) sont :

- les sols peu évolués, d'érosion ou d'apport : ce sont les sols minéraux bruts, les sols peu évolués d'érosion, les sols peu évolués d'apport sur matériau alluvio-colluvial, les sols peu évolués d'apport sur matériau alluvial ;
- les sols ferrugineux tropicaux : ce sont les sols ferrugineux hydromorphes, les sols ferrugineux indurés, les sols ferrugineux à concrétion ;
- les sols à faible extension à l'instar des sols ferralitiques sur schistes quartzeux du Buem et les vertisols dans des positions topographiques basses sur schistes du Buem. La diversité et la qualité des types de végétation servant d'habitat et fournissant de ressources alimentaires à la faune en général et aux porcs-épics en particulier sont déterminées par les types de sol.

1.2.4. Relief et réseau hydrographique

La Réserve de Biosphère de la Pendjari est établie sur une pénéplaine, au relief très plat d'altitude variant entre 150 et 250 m au nord de la réserve et à un relief majeur (chaîne de l'Atacora) dont l'altitude varie entre 400 et 513 mètres (Ouassa Kouaro, 2003 ; Kiansi, 2011).

La partie sud de la RBP présente un important réseau de collines dont l'ensemble donne un aspect ondulé à l'espace regorgeant de poches d'eau. Elle est marquée par le massif montagneux de l'Atacora et la dépression de l'Oti de l'ouest du massif à la rivière Pendjari. La pénéplaine correspond à une série sédimentaire formée de grès et des schistes appelée zone argileuse du Voltaïen. Cette pénéplaine présente un caractère imperméable qui est à la base du fait que la zone est gorgée d'eau ou inondée pendant la saison des pluies. Le principal cours d'eau qui draine la zone est la rivière Pendjari (Sogbohossou, 2000). La chaîne de l'Atacora avec son orientation Sud-Ouest, Nord-Est est la limite Sud de la Réserve. Le régime des cours d'eau est davantage lié à l'importance de la durée de la saison sèche et/ou à la durée/intensité de la saison des pluies, ainsi qu'à un ensemble de facteurs variables

relatifs à l'état du sol. L'existence des cours et plans d'eau sont localement très importantes pour les cultures de décrue et pour la satisfaction des besoins en eau de la faune d'une manière générale.

1.2.5. Végétation et faune

L'alternance des galeries forestières, des prairies aquatiques, des savanes arbustives avec des reliefs y afférents, constitue des paysages complexes, tant au plan de la structure, des cortèges floristiques, que des habitats qu'elle peut offrir à la faune sauvage dont la présence est effective à la périphérie de la réserve (Sinsin, 2000). Barbault (2000) estime que la végétation est la structure par excellence des écosystèmes. Celle de la Réserve de Biosphère de la Pendjari est constituée de savanes qui sont fonction des conditions topographiques ou pédologiques locales qui permettent à de nombreuses espèces ligneuses de se maintenir au prix de certaines adaptations à des déficits pluviométriques et au passage des feux.

La végétation est fortement diversifiée et on peut rencontrer des savanes arbustives ou arborées, des jachères, des galeries forestières, etc. A chacun des types de végétation correspond une faune spécifique et diversifiée (Heymans, 1989).

Les *jachères* : ce sont les formations les plus proches des habitations. Les espèces dominantes sont le néré (*Parkia biglobosa*), le karité (*Vitellaria paradoxa*) et le baobab (*Adansonia digitata*) et d'autres laissées pour leurs valeurs socio-économiques (alimentation, ombre, caractère sacré). Elles sont fréquentées par des animaux prédateurs des cultures à savoir principalement les primates, les phacochères (*Phacochoerus aethiopicus*), les éléphants (*Loxodonta africana*) et les oiseaux.

Les *savanes arbustives* : les genres dominants sont les *Terminalia macroptera*, *Combretum molle*, *Combretum fragrans*, *Acacia gourmaensis*, *Acacia seyal*, *Acacia tortilis* et *Acacia macrostachya* (Sinsin et al., 2000) et les espèces ligneuses les plus rencontrées sont *Combretum glutinosum*, *Crossopteryx febrifuga*, *Acacia seyal*, *Acacia senegal*, *Acacia gourmaensis* ... (MAB/UNESCO, 1990). Les animaux rencontrés sont les babouins (*Papio doguera*), le lion (*Panthera leo*), le bubale (*Alcelaphus buselaphus major*), l'hippotrague (*Hippotragus equinus*), l'ouïbi (*Ourebia ourebi*) (Delvingt et al., 1989 ; PAPE, 2014).

Les *savanes herbeuses* : elles caractérisent les zones d'inondation et l'espèce ligneuse caractéristique est *Mitragyna inermis*. Elles abritent des espèces animales telles que le phacochère (*Phacochoerus africanus*), le cobe de Buffon (*Adenota kob*), le redunca (*Redunca redunca*), le cobe defassa (*Kobus defassa*).

Les savanes arborées : la strate arborescente est dominée par les espèces telles que *Acacia sieberiana*, *Pseudocedrela kotschy*, *Terminalia macroptera*, *Detarium microcarpum*, *Burkea africana*, *Azelia africana* et *Vitellaria paradoxa*. Ces savanes sont le gîte d'animaux tels que le céphalophe de Grimm (*Sylvicapra grimmia*), l'ouïbi (*Ourebia ourebi*), l'hippotrague (*Hippotragus equinus*), la civette (*Viverra civetta*), le porc-épic à crête (*Hystrix cristata*), le bubale (*Alcelaphus buselaphus major*), le lion (*Panthera leo*).

Les savanes boisées et les forêts claires : elles sont à dominance de *Isobertia doka*, *Anogeissus leiocarpus* ou *Daniellia oliveri*. On y rencontre des animaux fréquentant les milieux fermés en particulier l'ouïbi (*Ourebia ourebi*), le céphalophe de Grimm (*Sylvicapra grimmia*), le céphalophe à flancs roux (*Cephalophus rufilatus*).

Les galeries forsières: elles abritent des espèces végétales telles que *Diospyros mespiliformis*, *Borassus aethiopicum*, *Ficus capensis*, *Khaya senegalensis*, *Parinari congoensis*, *Syzygium guineense*, etc. On y rencontre entre autres des hippopotames (*Hippopotamus amphibius*), des guibs harnachés (*Tragelaphus scriptus*) ainsi que des mangoustes (*Herpestes ichneumon*).

La forêt ripicole : elle est dominée par des espèces végétales telles que *Parinari congoensis*, *Pterocarpus santalinoides*, située en bordure de la rivière Pendjari et plus étendue que la forêt galerie du fait de son développement aux endroits connaissant les crues de la rivière.

La végétation des collines du Buem : les dépressions inter-collines, les versants et les sommets sont caractérisés par des espèces ligneuses telles que : *Acacia gourmaensis*, *Balanites aegyptiaca*, *Detarium microcarpum*, *Burkea africana*, *Dombeya quinqueseta*, *Monotes kerstingii*, etc. On y rencontre essentiellement des primates et le daman des rochers (*Procavia capensis*).

La strate herbacée de ces différents types de savane est faite d'un tapis graminéen continu qui brûle annuellement. Cette diversité d'habitats abrite une faune fortement diversifiée. On y rencontre des espèces de mammifères, de rongeurs, de reptiles, d'oiseaux.

La végétation de la zone soudanienne est composée de savanes arbustives sur sols plus ou moins caillouteux. La flore est dominée par les savanes soudanaises avec une présence de galeries forestières qui jonchent les lits clés cours d'eau. Ce sont des facteurs qui favorisent l'habitat de la faune sauvage et qui font de cette réserve de biosphère et ses environs un refuge par excellence pour les animaux.

1.2.6. Milieu humain

La population riveraine de la Réserve de Biosphère de la Pendjari est estimée à 288830 habitants (INSAE, 2016) avec une densité de 16 habitants/km². Cette zone se caractérise par sa diversité de groupes ethniques qui sont d'importances inégales. Les Otamari et apparentés (Gourmantché, Waama, Berba ou Biali) constituent l'ethnie majoritaire avec 81 % de la population de la Commune de Tanguiéta. Ils sont des agriculteurs et des chasseurs. Les Peuls, spécialisés dans l'élevage de bovins, vivent isolément dans des campements et constituent le deuxième groupe ethnique. Ils se rencontrent pratiquement dans tous les villages. Les autres groupes ethniques rencontrés sont les Dendi, les Yoruba, les Bariba, les Fon, les Yom-Lokpa. La religion prédominante est l'Animisme (69 %), viennent ensuite le Catholicisme, l'Islam, etc. (PAPE, 2014).

L'économie de la zone est basée sur les productions végétales et animales. Les différentes cultures sont : sorgho (*Sorghum bicolor*), arachide (*Arachis hypogaea*), coton (*Gossypium hirsutum*), igname (*Dioscorea sp*), maïs (*Zea mays*), manioc (*Manihot esculenta*), mil (*Pennisetum glaucum*), niébé (*Vigna unguiculata*), patate douce (*Ipomoea batatas*), riz (*Oryza sativa*), soja (*Glycine max*), voandzou (*Vigna subterranea*) et tabac (*Nicotiana tabacum*). Parmi ces cultures, le coton et le riz sont des produits de rente. Outre les productions végétale et animale, ces communautés pratiquent comme activités la chasse, la pharmacopée locale (qui utilise autant des plantes que des restes d'animaux sauvages) et la pêche (avec les équipements parfois prohibés et avec empoisonnement partiel) (Kiansi, 2011).

Ces différentes activités contribuent à l'économie des ménages à la périphérie de la réserve de biosphère de la Pendjari. Du fait de la poussée démographique et de la presque mono-activité (agriculture), les besoins en terres sont de plus en plus importants accélérant ainsi le déboisement et les pressions sur la faune et ses habitats.

1.3. Présentation de la Réserve Transfrontalière de Biosphère du W du Bénin

1.3.1. Situation géographique

La Réserve Transfrontalière du W constitue un grand complexe régional écologique, s'étalant sur trois pays (Bénin, Burkina Faso, Niger) et couvrant une superficie totale de 1023000 hectares, dont 568000 hectares pour la partie béninoise, 220000 hectares pour la partie nigérienne et 235000 hectares pour la partie burkinabé (Rabeil, 2003).

La partie béninoise est située à environ 700 km au nord-ouest de Cotonou, capitale économique du Bénin. Elle est localisée entre les coordonnées géographiques 11°26'-12°25' de latitude nord ; 2°48'-3°05' de longitude est. Ce parc national est érigé depuis 2011 en Réserve de Biosphère. Cette réserve est constituée du Parc du W du Bénin, qui constitue la zone centrale, de deux zones cynégétiques

(zone cynégétique de la Djona et zone cynégétique de l'Atacora ou zone de chasse de Mékrou). La Réserve Transfrontalière de Biosphère du W (RTBW) du Bénin est située dans le département de l'Alibori et s'étale sur les Communes de Kandi, de Karimama, de Malanville et de Banikoara (Mouzoun, 2014).

1.3.2. Climat

La réserve de biosphère du W du Bénin jouit d'un climat de type sahélo-soudanien et soudanien (CENAGREF, 2008), avec une pluviosité qui gravite autour de 600 mm par an au nord du complexe (à Karimama) et de 700 à 1000 mm au sud (à Banikoara). Elle comprend deux saisons : une saison sèche de novembre à mi-mai et une saison des pluies de mi-mai à octobre avec un maximum de pluies en août. La saison sèche est souvent caractérisée par une phase de fraîcheur due à l'harmattan souvent de décembre à février (PAPE, 2014). La moyenne des températures est élevée avec un minimum en janvier (25°C) et un maximum en avril-mai (jusqu'à 40°C en moyenne).

Le climat est composé de plusieurs éléments qui influencent le développement de certaines espèces (flore et faune). En effet, l'humidité relative constitue avec la température des facteurs climatiques importants qui influencent les conditions de vie de certaines espèces animales. La température est un facteur de haute importance et les moyennes mensuelles interviennent dans le déroulement de tous les processus biologiques et physiologiques des végétaux. Aussi, par son action sur le développement et la croissance, conditionne-t-elle la répartition géographique des espèces animales et végétales. Les variations des températures et de l'humidité relative au cours de l'année auraient de l'influence sur l'éthologie des espèces animales que sur le métabolisme des végétaux et aussi bien sûr sur les conditions de vie du porc-épic à crête.

1.3.3. Unités géologiques et sols

La Réserve transfrontalière de biosphère du W du Bénin est caractérisée par une vaste pénéplaine parsemée d'affleurements cristallins qui comptent parmi les roches les plus anciennes de la planète. Les seuls reliefs de la zone sont la chaîne de l'Atacora et quelques escarpements. Le complexe est largement dominé par des roches précambriennes et cambriennes, d'origine plutonique ou volcanique. La pédologie en place est souvent marquée par des sols latéritiques épais, parfois jusqu'à constituer des cuirasses imperméables et très dures, qui ont des conséquences importantes sur l'écologie et la végétation. Le parc présente un paysage « ancien », très proche d'un équilibre érosion/dépôt (Lamarque, 2004). Les types de sols présents dans la réserve (de Haan, 1992) se répartissent comme suit :

- région de Karimama-Malanville: les sols ferrugineux peu lessivés en argile, lessivés en sesquioxydes, sur granito-gneiss à biotite (10 %), sur roche basique (10 %) et sur matériau kaolinique issu de roche basique (9,5 %), les sols ferrugineux, peu lessivés sans concrétions, sur matériau de grès du crétacé et du continental terminal (8 %) et les sols ferrugineux peu lessivés, indurés sur matériau kaolinique issu de sédiments sablo-argileux du continental terminal (9 %).

- région de Kandi-Banikoara: les sols ferrugineux peu lessivés, sans concrétions, sur grès de crétacé (12 %), sur alluvions sablo-argileuses du crétacé (7,5 %) et sur leptynite (8,5 %), les sols ferrugineux peu lessivés, hydromorphes, sur gneiss à ferromagnésiens (10,5 %), les sols ferrugineux peu lessivés, à concrétions sur embréchite (6 %) et les sols ferrugineux peu lessivés, indurés, sur grès du crétacé (9,5 %). Les sols ferrugineux occupent la grande partie de la réserve. Ce sont des facteurs qui favorisent l'habitat de la faune sauvage.

1.3.4. Relief et réseau hydrographique

Le relief est très peu accidenté et constitué majoritairement de bas plateaux (157 m environ) surmontés de reliefs résiduels représentés par les collines de 213 m d'altitudes (Mama, 2013 ; Avakoudjo *et al.*, 2014). Le substratum géologique est caractérisé par les formations du socle granito-gneissique très ancien et des dépôts du quaternaire (Viennot, 1978 ; Mama, 2013 ; Avakoudjo *et al.*, 2014).

Sur le plan hydrographique, le Parc National du W et sa zone périphérique appartiennent au bassin versant du fleuve Niger. La rivière Alibori (338 km) est la principale rivière qui alimente la zone. Le Parc National du W appartient au district phytogéographique du Mékrou (Adomou *et al.*, 2006).

La topographie de la réserve de biosphère du W-Bénin et de ses environs est formée d'une succession de collines, souvent érodés. Elle est caractérisée par un relief relativement accidenté. La disponibilité des ressources en eau au sein de la réserve permettent au porc-épic à crête et autres espèces fauniques vivant dans la réserve de satisfaire leurs besoins en eau.

1.3.5. Végétation et faune

La végétation est composée de galeries forestières, de forêts claires, des savanes (boisées, arborées, arbustives) et des mosaïques de champs et de jachères. La végétation de la Réserve de Biosphère Transfrontalière du W comprend deux types de formations végétales : les formations forestières et les formations savanicoles (Szaniawsky, 1982 ; PAPE, 2014). Parmi les premières, on distingue :

- les *galeries forestières* : constituées d'arbres et d'arbustes plus denses sur les rives des rivières. Les espèces les plus rencontrées sont *Khaya senegalensis*, *Diospyros mespiliformis*, *Kigelia africana*, *Pterocarpus santalinoides*, etc. Les arbres et arbustes des berges des rivières tels : *Cola*, *Morellia*, *Syzygium*, etc. forment les forêts ripicoles.

- les *forêts claires* : peuplements ouverts avec des arbres de petites et moyennes tailles (8 à 16 m) dont les cimes sont plus ou moins jointives (80 % du couvert). Les graminées sont relativement abondantes. On y rencontre des espèces comme *Daniellia oliveri*, *Ficus* spp, *Lannea microcarpum*, *Terminalia* spp, *Combretum* spp, *Tamarindus indica*, *Isobertinia doka*, etc.

- les *savanes boisées* : constituées d'arbres de densité importante (35 à 60 %) mais dont le couvert n'est pas continu. Leur hauteur est de 8 à 16 m. La strate herbacée est abondante habituellement sous l'emprise des feux de végétation et de la saison sèche. Les espèces fréquemment rencontrées sont : *Daniellia oliveri*, *Anogeissus leiocarpa*, *Terminalia* spp, *Combretum* (*collinum*, *nigricans* et *acculeatum*), *Vitellaria paradoxa*, *Isobertinia tomentosa*, *Azelia africana*.

- les *savanes arborées*: constituées d'arbres de densité faible (5 à 35 %); leur hauteur est généralement de 5 à 10 m, mais peut atteindre 15 m. Les arbustes sont plus abondants que dans la savane boisée, avec une couverture de 5 à 60 %. Le couvert des graminées est généralement de 80 à 100 %. Les espèces communément rencontrées sont: *Vitellaria paradoxa*, *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca*, *Terminalia avicennioides*, *Piliostigma reticulatum*, *Acacia seyal*, etc.

- les *savanes arbustives* : constituées d'arbres dont la densité n'excède pas 5 % ; celle des arbustes est de 5 à 60 %. Les arbustes sont de petites tailles (3 à 5 m). Par contre, le couvert des graminées varie du clairsemé (sur les bowé) à 100 %. Les espèces les plus rencontrées sont: *Crossopteryx febrifuga*, *Gardenia erubescens*, *Acacia seyal*, *Acacia macrostachya*, *Acacia gourmaensis*, *Dichrostachys cinerea*, *Ziziphus mauritiana*, *Sclerocarya birrea*, *Guiera senegalensis*, etc.

La végétation de la zone soudano-sahélienne est composée par de savanes avec une présence de galeries forestières qui jonchent les lits clés des cours d'eau. Ce sont des facteurs qui favorisent l'habitat de la faune sauvage et qui font de cette réserve de biosphère et ses environs un refuge par excellence pour les animaux.

1.3.6. Populations riveraines

Les données démographiques de 2013 dans les communes riveraines de la réserve de biosphère du W du Bénin ont rapporté une population totale de 761056 habitants. La densité humaine autour du Complexe W est très variable. Elle est de 56,26 habitants/km² à Banikoara, 52,41 habitants/km² à Kandi, 55,92 habitants/km² à Malanville et 10,98 habitants/km² à Karimama (INSAE, 2016). Cette densité est cependant relativement élevée, avec un taux d'accroissement moyen intercensitaire de 4,47%, 5,7 %, 4,57 %, 4,74 % entre 2002 et 2013 respectivement pour Banikoara, Kandi, Malanville et Karimama (INSAE, 2016). La population se compose de divers groupes ethniques (Dendi, Bariba, Mokolé, Djerma, Haoussa et Peul) dont les principales activités économiques sont l'agriculture, l'élevage, la pêche et le commerce. La population est fortement impliquée dans l'exploitation et la vente

de bois de chauffage (activité qui contribue substantiellement à la destruction du couvert végétal et donc de l'habitat pour la faune). La surexploitation des ressources ligneuses a induit une forte dégradation du couvert végétal, voire leur raréfaction ainsi que la modification des écosystèmes et une importante perte en biodiversité.

Les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin, possèdent en leur sein des habitats offrant aux populations du porc-épic à crête l'abri, la nourriture et la sécurité. Ces réserves sont constituées d'habitats hétérogènes composés de savanes en majeure proportion de savane arbustive, de forêts claires et savanes boisées, de forêts galeries et denses, des affleurements rocheux avec ou sans végétation. Egalement, dans les périphéries de ces réserves et parfois dans le périmètre de l'aire délimitée et où les activités agricoles sont interdites, des champs sont installés. Les populations riveraines s'adonnent à de diverses activités économiques (agriculture, élevage, ...). Dans chacune des réserves, la végétation est partiellement dégradée du fait des activités humaines (coupe de bois, récolte de plantes) et on compte de nombreuses enclaves agricoles. La dégradation de la biodiversité dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin est non seulement due aux pressions anthropiques mais aussi à la forte variabilité climatique, notamment pluviométrique qui affecte le Bénin depuis des années. Par ailleurs, les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin dans les départements de l'Alibori et de l'Atacora ont été choisies comme zone d'étude privilégiée puisque les populations du porc-épic à crête y sont encore bien représentées.

CHAPITRE 2 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE SUR *HYSTRIX CRISTATA*

Dans ce chapitre il est exposé les informations sur la classification, la morphologie, la distribution géographique du porc-épic à crête (*Hystrix cristata*), l'état de protection de l'espèce, objet de la présente thèse.

2.1. Présentation du porc-épic à crête (*Hystrix cristata*)

Dans cette section, il est présenté des informations générales sur la systématique, l'écologie, la distribution géographique, la reproduction, etc. du porc-épic à crête.

2.1.1. Description et position systématique

Le but n'est pas de fournir une référence en systématique mais plutôt de situer la position systématique du porc-épic à crête par rapport aux autres espèces de rongeurs. Ainsi, il est présenté une classification simplifiée en n'exposant que les principaux critères. Sa position systématique se présente comme suit :

Règne	: Animal (Animalia)
Embranchement	: Chordé (Chordata)
Classe	: Mammifère (Mammalia)
Ordre	: Rongeur (Rodentia)
Famille	: Hystricidé (Hystricidae)
Genre	: <i>Hystrix</i>
Espèce	: <i>cristata</i>
Nom scientifique	: <i>Hystrix cristata</i>
Nom en Français	: Porc-épic à crête commun (africain)
Nom en Anglais	: Crested porcupine
Décrit par	: Linné (Linnaeus)
Date (année)	: 1758
Statut UICN	: LC (Préoccupation mineur)
Statut liste rouge du Bénin	: ND (Non défini)

Le porc-épic à crête appartient à la classe des mammifères et à l'infra-classe des Euthériens ou Placentaires où l'embryon est nourri par le placenta et se développe entièrement dans l'utérus de la mère. L'ordre des rongeurs appartient avec l'ordre des Lagomorphes au super-ordre des Glires. Les porcs-épics sont classés en deux grandes familles bien distinctes (Lopez, 2013) :

☛ la famille des Hystricidae, qui regroupe les espèces de l'Ancien Monde, répartis à travers l'Afrique, l'Asie et l'Europe méridionale. Cette famille renferme 3 genres et 11 espèces, dont 3 seulement sont africaines. Le genre *Hystrix* contient 8 des 11 espèces, et possède une assez large répartition africaine et asiatique (Woods cité par Dobigny, 2009). La famille des Hystricidés comporte les genres *Atherurus*, *Trichys* et *Hystrix*. On retrouve dans les genres les espèces (Lopez, 2013) suivantes :

Genre *Atherurus* :

Porc-épic à queue en brosse africaine, *Atherurus africanus*

Porc-épic à queue en brosse asiatique, *Atherurus macrourus*

Genre *Trichys* :

Porc-épic à longue queue, *Trichys fasciculata*

Genre *Hystrix* :

Porc-épic à crête (africain), *Hystrix cristata*

Porc-épic à crête indien, *Hystrix indica*

Porc-épic du Cap, *Hystrix africaeaustralis*

Porc-épic himalayan, *Hystrix hodgsoni*

Porc-épic malais, *Hystrix brachyura*

Porc-épic de Bornéo, *Hystrix crassispinis*

Porc-épic de Philippine, *Hystrix pumila*

Porc-épic de Sumatra, *Hystrix sumatrae*

☼ la famille des Erethizontidés regroupant les porcs-épics du Nouveau Monde, présents sur le continent américain (nord-américain). Les Erethizontidés sont arboricoles, à la différence des Hystricidés terricoles (creusent des terriers). Les piquants des Hystricidés n'ont pas les barbules qui caractérisent les piquants des Erethizontidés (Lopez, 2013).

On note des différences au niveau du pelage. Les piquants du genre *Trichys* sont courts, aplatis et peu développés. Alors que le genre *Hystrix* possède des piquants creux et de longueur importante (jusqu'à 40 centimètres), marqués de bandes noires et blanches. Le genre *Atherurus* a une queue longue. Parmi les porcs-épics de l'ancien monde, le genre *Hystrix* se distingue par sa queue plus courte et la présence de piquants « hochets » à l'extrémité de la queue. Ces piquants sont élargis à leur extrémité, ils sont fins et creux, ainsi leur vibration produit un cliquetis caractéristique (Lopez, 2013). Le porc-épic à crête est, avec le porc-épic du Cap (*Hystrix africaeaustralis*), le plus gros rongeur d'Afrique. La planche 3 présente les différents clichés de porc-épic du Cap, à crête (africain).

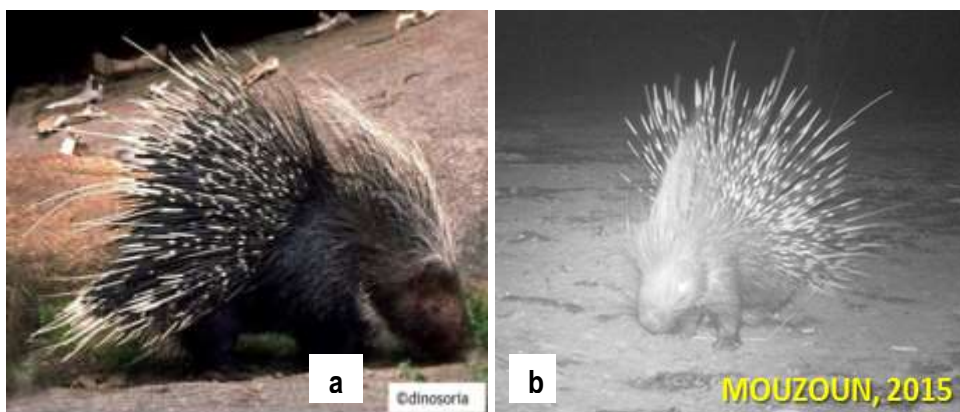


Planche 3: Porc-épic du Cap (*Hystrix africaeaustralis*) (a) et porc-épic à crête africain (*Hystrix cristata*) (b)

Source : Google.fr (photo a) et Mouzoun, 2015 (photo b)

Il est observé sur la planche 3 les photos de porc-épic du Cap (a) et du porc-épic à crête (b). *Hystrix cristata* (Linnaeus, 1758) est communément appelé le porc-épic à crête (africain) par rapport au porc-épic à crête indien (*Hystrix indica* Kerr, 1792) (photo 1), de par sa répartition géographique et la présence d'une crête ou crinière caractéristique. Il se distingue du porc-épic à crête indien par la couleur blanche de sa crête; elle est marron chez *Hystrix indica* (Lopez, 2013).



Photo 1: Porc-épic à crête indien (*Hystrix indica*)

Source : Google.fr

La photo 1 montre un porc-épic à crête indien vivant dans les écosystèmes de l'Inde, espèce voisine du porc-épic à crête (Afrique, Asie et Europe).

2.1.2. Différences entre porc-épic à crête et athérure africain et porc-épic à crête et hérisson

Le porc-épic à crête, l'athérure africain et le hérisson sont tous des espèces possédant comme poils des piquants. De même, ils sont de mœurs nocturnes. Cependant, des différences existent surtout au niveau morphologique. L'importance de faire ressortir cette différence s'explique par le fait que l'athérure africain est généralement appelé porc-épic par erreur dans certaines parties de son aire de distribution (au Bénin par exemple).

🔗 Entre athérure africain et porc-épic à crête

L'athérure africain (*Atherurus africanus* Gray, 1842), en anglais *African brush-tailed porcupine* est un rongeur hystricomorphe de la famille des Hystricidae. L'athérure africain est un rongeur nocturne (Bout et Ghiurghi, 2013 ; Hoffmann et Cox, 2016.), dans la journée, il est tapi sous des branchages, dans les troncs creux ou des anfractuosités rocheuses (Kingdon, 1974 ; Houben *et al.*, 2000). Il est trouvé essentiellement dans les forêts denses d'Afrique (Houben *et al.*, 2000), il s'adapte aisément à divers types de forêts et vit en général le long de rivières (Demeyre, 2001). L'athérure africain est un rongeur de taille moyenne, voire petite s'il est comparé aux autres espèces de porc-épic (Kingdon, 1997).

L'ensemble tête-corps mesure environ 50 cm, la queue écailleuse et dépourvue de piquants peut atteindre 26 cm de longueur et est pourvue, sur sa partie terminale, d'un ensemble de piquants blancs rigides formant une brousse (Jori *et al.*, 1998) ou d'une touffe de longues soies blanches (Bout et Ghiurghi, 2013). Son corps est relativement longiligne, posé sur de courtes pattes (Rahm, 1962). Il est un animal plantigrade dont les membres sont assez courts. La main de l'adulte mesure en moyenne 4 cm contre 7 cm pour le pied. Ces organes sont palmés, avec des griffes plutôt grossières. Leur paume est lisse, renforcée de plusieurs épaississements, notamment deux grosses au niveau des membres antérieurs qui lui permettent de s'agripper ou de maintenir ses aliments (Demeyre, 2001). Son dos est couvert de longues épines sombres pouvant atteindre 18 cm dans la partie médiane (Houben *et al.*, 2000). Son poids est en moyenne de 3 kg à l'âge adulte, pouvant parfois atteindre 4 kg aussi chez le mâle que chez la femelle.

Le porc-épic à crête (*Hystrix cristata*) quant à lui, est la seule espèce existante du genre Hystricidé au Bénin. Il a une longueur et un poids atteignant respectivement 80 cm et 20 kg, il présente un crâne fortement bombé, de petits yeux et de petites oreilles, les pattes courtes, avec des pieds larges, portant un corps massif et trapu (Rachem et Ounnas, 2012). La tête, la nuque, les épaules, les membres et le dessous du corps sont garnis des soies grossières et tactiles dont la longueur augmente vers l'arrière (Rachem et Ounnas, 2012). L'extrémité caudale des piquants est pourvue de soies très fortement modifiées formant des capsules carénées creuses et pédonculées (Rachem et Ounnas, 2012). La planche 4 montre des exemples de l'athérure africain et du porc-épic à crête.

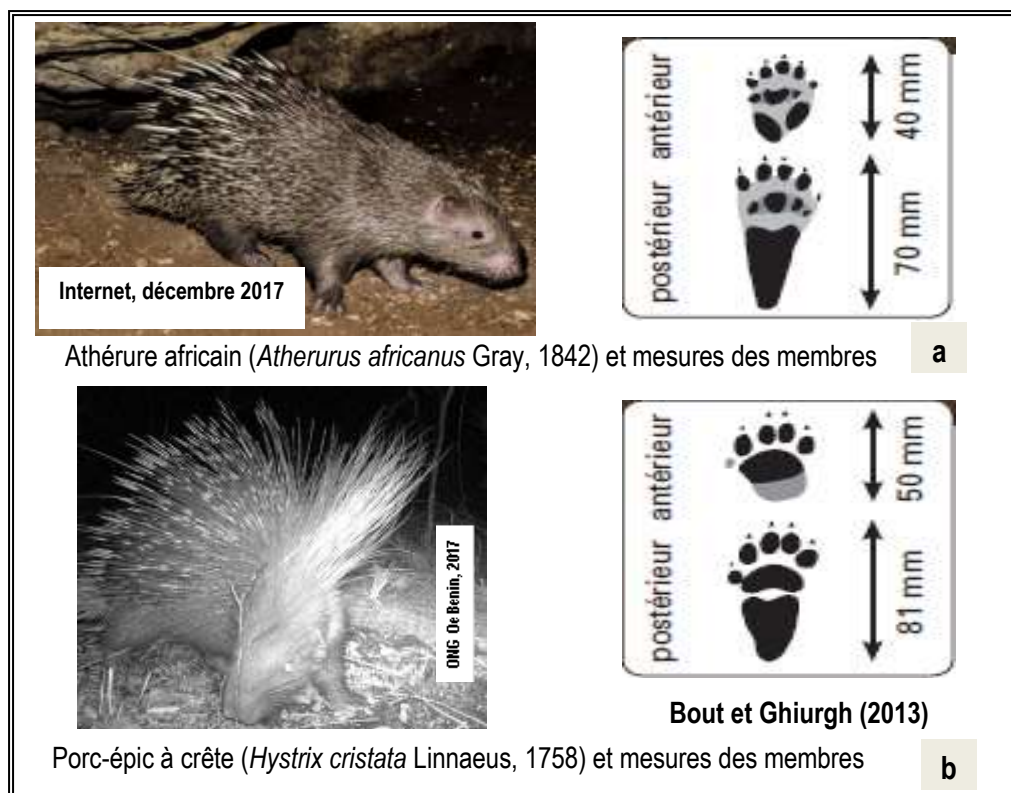


Planche 4: Illustration d'athérure africain, des pattes avant et arrière (a) et du porc-épic à crête (b)

Il est observé sur la planche 4, en haut à gauche une photo de athérure africain (*Atherurus africanus*) et en face (à droite) les caractéristiques morphologiques et mesures (dimension) des membres postérieurs (arrière) et antérieurs (avant) de ses pattes. En bas, à gauche, il est présenté une image du porc-épic à crête (*Hystrix cristata*) et les caractéristiques (morphologie et dimension) de ses pattes postérieures et antérieures.

L'athérure africain est forestier, vivant en Afrique de l'Ouest et centrale (Bout et Ghiurghi, 2013 ; Hoffmann et Cox, 2016.). Le porc-épic à crête est présent en Afrique, en Europe et en Asie. Il est à observer que, même si le porc-épic à crête présente une large distribution en Afrique, il est aussi présent sur d'autres continents, par contre le porc-épic à queue en brosse africaine n'est présent qu'en Afrique.

❖ Différences entre porc-épic à crête et hérisson

Le porc-épic et le hérisson ont tous les deux des épines sur le dos. C'est probablement parce que tous deux ont des épines que certains confondent hérisson et porc-épic. Ce sont pourtant deux espèces bien distinctes. Toutefois, mis à part le fait qu'ils sont des mammifères, ils n'ont pas grand-chose en commun. Le hérisson ne perd pas ses épines, contrairement au porc-épic. Selon Langlois (2013), le hérisson est un mammifère insectivore, nocturne et solitaire de la famille des Erinacéidés. Les

hérissons se retrouvent dans des habitats très variés : prairie, broussailles, savane, jardin, forêt et désert. Ils sont actifs principalement au crépuscule. Durant la journée, ils creusent des terriers dans le sol ou encore ils se roulent en boule dans de la verdure, des feuilles empilées ou des trous présents au sol. Son dos est recouvert d'environ 5000 aiguillons, le ventre est poilu, les oreilles sont rondes et son nez est pointu. Ils pèsent généralement entre 250 et 600 g. Sa longueur est de 20 à 25 cm chez l'adulte (Mouhoub-Sayah, 2009). Il possède un très bon odorat et une très bonne ouïe mais a une vue assez médiocre. La planche 5 présente des exemples de hérisson.

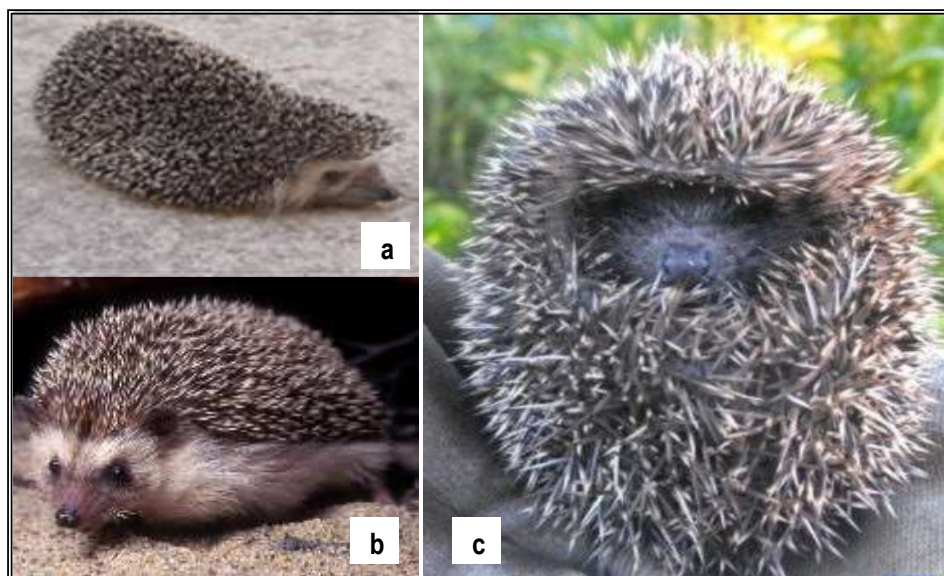


Planche 5: Hérissons

Source : Google.fr, décembre 2017

Il est observé sur les photos un hérisson roulé en boule (c) comme en situation de menace (persistante), un hérisson sortant de son terrier (b) et en position d'alerte (a).

2.1.3. Répartition géographique du porc-épic à crête

Les porcs-épics sont des animaux très adaptables et se retrouvent dans divers environnements sur une vaste zone géographique. Leur répartition ne semble pas être influencée par le climat ou la végétation.

☒ En Afrique et dans le monde

Le porc-épic à crête (*Hystrix cristata*) est présent en Afrique : sud du Sahara, régions des grands lacs (Afrique de l'Est) et Afrique du nord. Il se retrouve aussi en Europe (sud de l'Italie, Sicile). En effet, les populations du porc-épic à crête existent en Algérie, Angola, Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Tchad, Côte d'Ivoire, Érythrée, Éthiopie, Gambie, Ghana, Guinée-Bissau, Kenya, Libéria, Libye, Mali, Mauritanie, Maroc, Namibie, Niger, Nigeria, Rwanda, Sénégal, Sierra Leone, Somalie, Soudan, Tanzanie, Togo, Tunisie, Ouganda, Italie, Iraq, Israël, Jordanie. Par contre elles sont peut-être éteintes

en Egypte et une présence incertaine en République centrafricaine, Congo, République démocratique du Congo est indiquée (Osborn et Helmy 1980 ; Amori et Angelici, 1999; Cuzin 2003 ; Grubb *et al.*, 2008 ; Amori et De Smet, 2016 ; www.iucnredlist.org; <https://philafric.wordpress.com>). La figure 6 présente la carte de distribution géographique du porc-épic à crête (*H. cristata*) dans le monde.

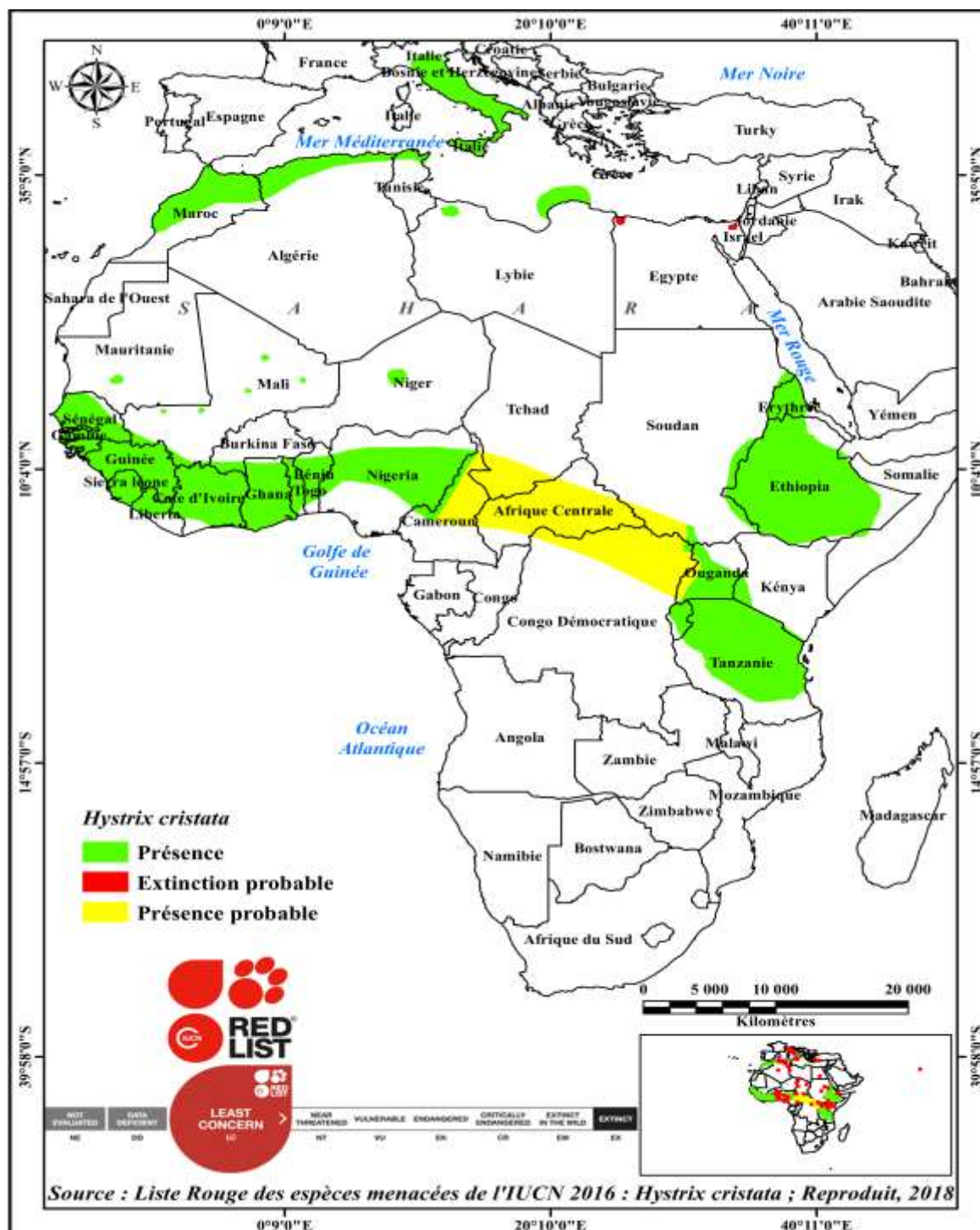


Figure 6 : Carte de la distribution du porc-épic à crête (*Hystrix cristata*) dans le monde

Source : IUCN / Red List, 2016 et résultats de travaux de laboratoire, 2018

La figure 6 présente la répartition géographique du porc-épic à crête dans le monde. Les sites de présence confirmée représentés par les codes couleurs vertes sont centrés sur l'Europe du sud et sur l'Afrique (surtout de l'ouest, de l'est et l'extrême nord). Les sites de présence probable (en jaune) sont localisés en Afrique centrale et le code de couleur rouge représente les lieux (pays) où l'espèce est éteinte.

☒ **Au Bénin**

Au Bénin, l'aire de répartition actuelle de l'espèce va du centre au nord (figure 7). Son aire d'occupation actuelle est : les forêts classées de Wari-Marou, des Monts Kouffé, d'Agoua, de l'Ouémé supérieur, les Réserves de Biosphère de la Pendjari et du W du Bénin, la plupart des zones cynégétiques, les forêts de Toui-Kilibo, de Gougoun, de la Sota, de l'Alibori supérieur et des Trois Rivières (De Visser *et al.*, 2001 ; Mouzoun, 2014).

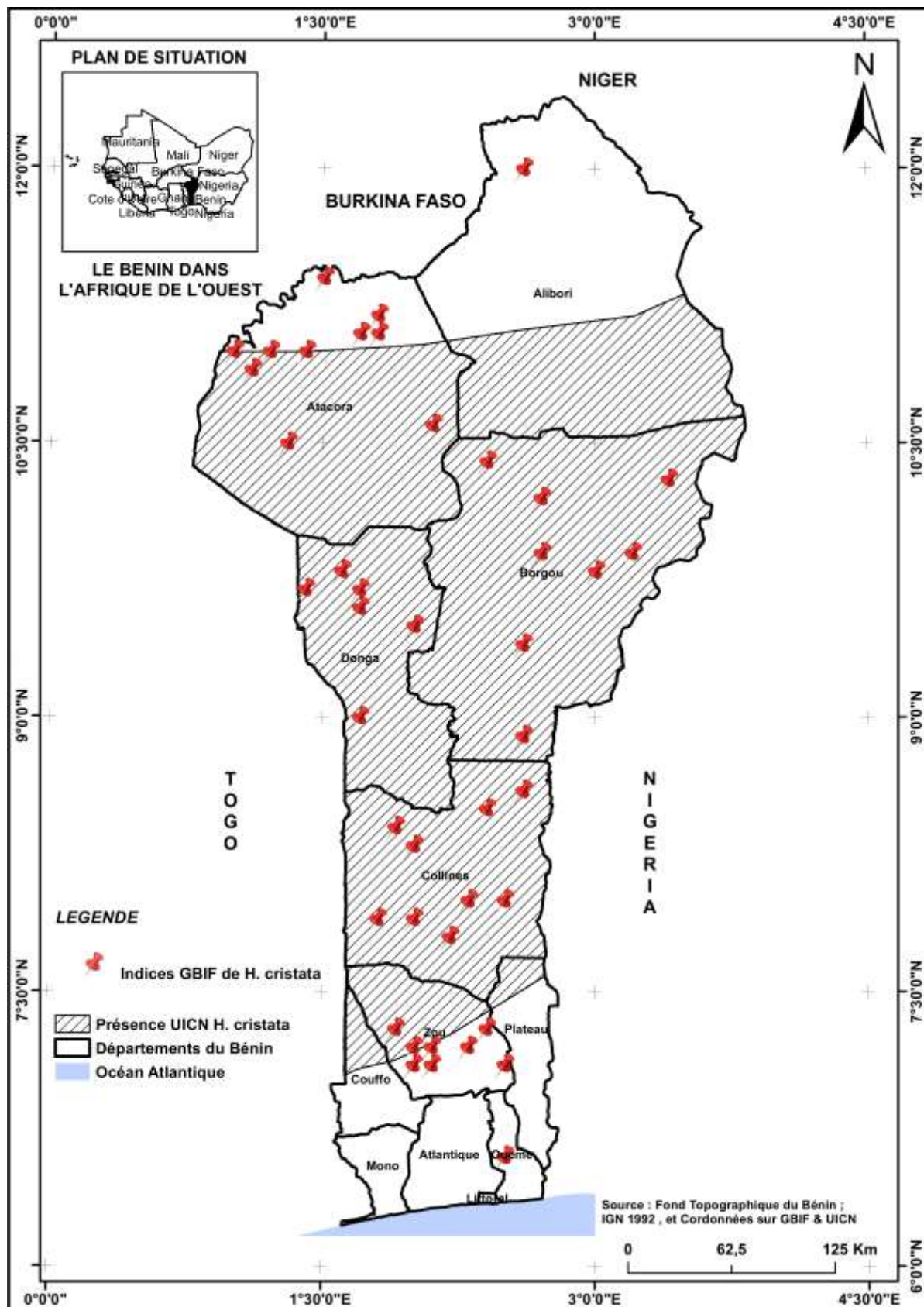


Figure 7: Carte de l'aire de répartition de *H. cristata* au Bénin

Source : Résultats de travaux de laboratoire, 2018

Sur la figure 7 il est montré la distribution spatiale de *Hystrix cristata* extraite de la carte de distribution mondiale de l'espèce proposée par l'UICN pour 2016. Les points représentent les sites d'occurrences extraits des bases de GBIF (global biodiversity information facility jusqu'en 2016) pour le Bénin. Sa distribution est supposée être comme représentée sur la carte (figure 7), limitée aux régions les moins humides dont la végétation est moins dense et des milieux rocaillieux ou accidentés.

2.1.4. Etat de la population

Dans la péninsule italienne, les densités de population du porc-épic à crête sont en augmentation et l'espèce est en expansion vers le nord. En Sicile, le porc-épic à crête est très répandu et la tendance de la population à long terme semble être stable (Amori et Angelici, 1999). Hors d'Europe, il existe peu d'informations sur les tendances démographiques, mais il y a eu des baisses au moins dans certaines régions de son aire de distribution, probablement en raison de la persécution et de l'exploitation pour sa viande et ses piquants (Nowak, 1999). Au Maroc, il est en déclin et menacé (Cuzin, 2003). Les populations du porc-épic à crête sont éteintes en Egypte depuis 1980 et dans les régions fortement peuplées de l'Ouganda depuis 1970 (Nowak, 1999 ; Amori et De Smet, 2016 ; www.iucnredlist.org).

Au Bénin, les données n'existent pas sur la dynamique des populations du porc-épic à crête. Toutefois, on peut admettre que l'effectif de l'espèce est en baisse de par la réduction de son aire de répartition qui se limite aux aires protégées (réserves de biosphère, forêts ou espaces classé(e)s). La disparition de *Hystrix cristata* de plusieurs zones de son aire de répartition fragmente celle-ci et renforce l'isolement de certaines populations.

2.1.5. Habitat et rythme d'activité

Le porc-épic à crête est terrestre et exploite une très large diversité d'habitats. Il est doté d'une grande capacité d'adaptation aux différents milieux, il est retrouvé jusqu'à 2500 m d'altitude (Kingdon, 1984). Il est observé dans des endroits couverts de buissons, les plaines, les versants de collines et le long des cours d'eau, avec un sol de type sablo-argileux et une couverture végétale. Dans ces milieux, il doit trouver des terriers et de la nourriture sans avoir beaucoup circulé, mais il peut errer et aller très loin dans des terres cultivées (Amori et De Smet, 2016 ; Rachem et Ounnas, 2012). Il peut parcourir près de 15 km à la recherche de nourriture (De Visser *et al.*, 2001). Les porcs-épics à crête (*Hystrix cristata*) vivent dans des terriers (Lopez, 2013). Ils utilisent ou modifient les abris naturels disponibles (cavernes, crevasses, systèmes racinaires des arbres) et les terriers des oryctéropes. Ils sont aussi capables en cas de non disponibilité de ces abris de creuser leurs propres terriers qu'ils occupent pendant plusieurs années (Kafando, 1987 ; Rachem et Ounnas, 2012).

Le porc-épic à crête (*Hystrix cristata*) est un animal nocturne, il se tient toute la journée à l'abri de la lumière dans son terrier (Rachem et Ounnas, 2012). Sa tanière est dans un terrier profond ou une caverne ou grotte (Grubb *et al.*, 2008). Le porc-épic à crête est actif toute l'année, il est actif la nuit, mais surtout à l'aube et au crépuscule (Rachem et Ounnas, 2012). C'est un animal principalement nocturne et crépusculaire, vivant et se reproduisant dans des terriers ou des tanières (Lopez, 2013). Toute l'activité de recherche de nourriture a lieu pendant la nuit, avant de revenir à une tanière où il réside pendant la journée (UICN, 2010).

2.1.6. Régime alimentaire

Le régime alimentaire du porc-épic à crête est du type herbivore. Il se nourrit des plantes herbacées, de tubercules, de bluté, des racines, de fruits tombés, des tiges, des bourgeons, de maïs et de concombres (Aulagnier et Thevenot, 1986 ; Oussou *et al.*, 2007). Il se nourrit parfois des insectes et des petits animaux, il n'est pas aussi rare de trouver des peaux et os d'animaux dans leurs terriers (Granjon et Duplantier, 2009 ; De Visser *et al.*, 2001). Ce qui leur apporterait le calcium et les différents sels minéraux qui leur sont nécessaires, ils s'en servent aussi pour tailler et affûter leurs incisives (Kingdon, 1984 ; Lamarque, 2004). Pour pouvoir se nourrir correctement, le temps passé à la recherche de nourriture est estimé à 7 heures minimum. La recherche de nourriture étant une activité nocturne, les porcs-épics seraient dans les zones géographiques où la nuit dure au minimum 7 heures (Lopez, 2013).

2.1.7. Causes de la disparition

2.1.7.1. En Afrique et dans le monde

Bien qu'il soit strictement protégé par la législation internationale et nationale en Europe, le porc-épic à crête est toujours chassé illégalement pour la viande. Cela se produit à la fois en Europe et en Afrique (Amori *in* Amori et De Smet, 2016). Dans certaines parties de l'aire de répartition, elle est considérée comme une espèce nuisible et est parfois illégalement contrôlée par des appâts empoisonnés en raison des dommages qu'elle peut causer aux cultures (Macdonald et Barrett, 1993 ; Lamarque, 2004 ; Amori et De Smet, 2016). Il est collecté pour la consommation humaine dans la plupart des régions de son aire de répartition (y compris l'Italie, l'Afrique du Nord et l'Afrique de l'Ouest). Au Maroc, il est largement utilisé pour la médecine africaine et vendu très fréquemment sur les marchés locaux (Cuzin, 2003).

2.1.7.2. Au Bénin

Au Bénin, selon De Visser *et al.* (2001), *Hystrix cristata* est menacé de nos jours à cause de la chasse qui lui est faite et de la réduction de son aire, de son habitat naturel (une dégradation de l'habitat due aux activités humaines). *Hystrix cristata* n'a pas été signalé comme une espèce en voie d'extinction et inscrite sur la liste rouge du Bénin élaborée par Neuenschwander *et al.* (2011).

Comme tous les espaces protégés du continent africain, les biens naturels de l'aire d'étude sont soumis à de fortes pressions. Ces pressions sont principalement constituées par l'exploitation des ressources forestières, la modification du milieu, les impacts directs des activités humaines (feu, pâturage et braconnage). La pression ici est comprise comme les forces, les activités ou les événements qui ont déjà eu un impact préjudiciable sur l'intégrité du porc-épic à crête dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin. Elles incluent les activités légales et illégales (braconnage et feu de végétation légal ou illégal). A l'instar des pressions, de nombreuses menaces pèsent aujourd'hui sur les biens naturels des réserves de biosphère de la Pendjari et du W au Bénin. Elles sont toutes d'origine anthropique et on peut citer par exemple: la destruction des habitats, la pression démographique (extension des espaces de cultures, des habitations, construction des routes/pistes, etc.) et la pollution. La pollution est aussi due à l'agriculture (utilisation d'intrants chimiques pour le coton) autour des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin. Les menaces désignent ici des pressions potentielles ou imminentes qui ont déjà ou qui risquent d'avoir un impact préjudiciable sur la survie du porc-épic à crête à l'avenir. Les prédateurs principaux des porcs-épics sont l'homme et les grands félins (chacal, hyène tachetée, serval, panthère, lion). Les populations locales les chassent parfois pour leur viande.

2.1.8. Stratégie de défense contre les prédateurs

La défense des porcs-épics envers leurs prédateurs repose sur leur protection par les piquants. En cas de danger, le porc-épic à crête hérisse ses piquants, grogne, frappe des pieds, clique sa langue et produit un son caractéristique de crécelle. Si l'agresseur persiste, il se retourne et donne des ruades allant jusqu'à percer la peau de son agresseur (Bout et Ghiurghi, 2013). Cette assertion est discutable, car certains auteurs en disent le contraire. Ainsi, pour Fresquet (2008), Granjon et Duplantier (2009) et Rachem et Ounnas (2012), les piquants peuvent se hérisser et se détachent facilement au contact, mais ne sont pas projetés comme l'affirment certaines croyances populaires. Les piquants peuvent transpercer la peau et rester plantés dans la chair des assaillants (prédateurs), ce qui peut provoquer des infections et septicémie, bien qu'ils ne soient pas empoisonnés (Lopez, 2013 ; Rachem et Ounnas, 2012).

2.1.9. Statut de conservation selon CITES et UICN

Le porc-épic à crête (*Hystrix cristata*) est inscrit à l'annexe III de la Convention sur le Commerce International des Espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) au Ghana en 2001 (CITES, 2003). Le commerce international des spécimens des espèces inscrites à cette annexe n'est autorisé que sur présentation des permis ou certificats appropriés.

Il est également listé en Annexe II de la Convention de Bern (Europe), en Annexe IV de la Directive des Espèces et des Habitats de l'Union Européenne et est protégé par la loi en Italie depuis 1974 (Bout et Ghiurghi, 2013). L'Union Européenne a complété cette Convention en mettant en place une réglementation plus stricte que la CITES, garantissant une application harmonisée par tous les Etats membres. Les espèces protégées sont ainsi regroupées au sein d'annexes allant de A à D. Dans le règlement n°101/2012 de la commission du 6 février 2012 modifiant le règlement n°338/97 du Conseil relatif à la protection des espèces de faune et de flore sauvages par le contrôle de leur commerce, *Hystrix cristata* est inscrit à l'annexe A. Son commerce international est absolument interdit, sauf dans un but non commercial (scientifique).

La chasse ne menace pas la population du porc-épic à crête au plan international (Bout et Ghiurghi, 2013). Le porc-épic à crête (*Hystrix cristata*) est une espèce très répandue sans menace majeure, classée dans la catégorie: Préoccupation Mineure, Lower risk/Least Concern (LC) de la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN) depuis 1996. Officiellement, *Hystrix cristata* n'est donc pas une espèce menacée ni protégée par les conventions internationales.

Au Bénin, le statut du porc-épic à crête (*Hystrix cristata*) est différent ; il est considéré comme une espèce de petit gibier et est listé à l'annexe III des petits gibiers non protégés au Bénin (De Visser *et al.*, 2001). Dans "*Une liste Rouge pour le Bénin*" (Neuenschwander *et al.*, 2011), le porc-épic à crête n'est pas classé comme une espèce menacée, quoique sa population soit en déclin et ses habitats fragmentés.

2.1.10. Morphologie de l'espèce

Le porc-épic à crête (*Hystrix cristata*) est le plus gros et le plus lourd de tous les rongeurs d'Afrique (photo 2). La tête est massive et allongée, au museau arrondi. Les yeux sont petits les oreilles arrondies sont petites et dépassent peu celles de la fourrure. Son odorat est très développé mais son ouïe et sa vue sont obtuses (Lamarque, 2004 ; Lopez, 2013).



Photo 2: Porc-épic à crête africain (*Hystrix cristata*), avec crinière caractéristique (délimité par le cercle rouge)

Prise de vue : Mouzoun, 2015

La photo 2 montre un porc-épic à crête. Le corps est couvert de larges épines (piquants) raides, érectiles, annelées de couleur blanche et noire (Granjon et Duplantier, 2009). Tohmé et Tohmé (1981), distinguent deux types de piquants : des piquants souples, longs de 400 mm en moyenne et 4 à 8 mm de diamètre. Ils sont raides et courts de 200 mm de long et 8 mm de large en moyenne, recouverts par les précédents en implantés surtout de part et d'autre de la crête dorsale. Poils noirs, durs, mais plus souples que les épines, sur la face et les pattes. Les piquants sont annelés de bandes blanches et de bandes noires terminés par une pointe soit blanche soit noire (Tohmé et Tohmé, 1981 ; Granjon et Duplantier, 2009 ; Lopez, 2013). Il a une courte queue, entourée d'épines armées à leur extrémité de capsules creuses (appelées sonnettes) qui lui permettent de produire une sorte de tintement (un bruit de crécelle) en cas d'alerte ou lorsque la queue est agitée en cas de menace (danger). Les sonnettes sont longues et la croupe est noire chez le porc-épic à crête d'Afrique de l'Ouest (Bout et Ghiurghi, 2013).

La femelle est plus grosse que le mâle. Sa tête est arrondie, longue avec une lèvre fendue (un peu comme le lièvre) sur son gros museau renflé. Le porc-épic à crête a de toutes petites oreilles (peu visibles), des petits yeux noirs et de grandes moustaches qui complètent sa perception nocturne. Il a de longues soies sur la tête et sur la nuque (d'où le nom de crête). Il a des pattes relativement courtes avec des doigts (4 doigts sur les membres antérieurs, 5 sur les postérieurs) et des griffes robustes. Il a une démarche lente et chaloupée mais il ne manque pas d'endurance et peut parcourir de très grande distance (Granjon et Duplantier, 2009). Les porcs-épics à crête possèdent un gros cerveau et une bonne mémoire. Comme d'autres rongeurs tels que le rat ou le castor, ils manifestent un degré d'intelligence certain et savent s'adapter à un environnement nouveau (www.ecologie.ma). Les pattes

sont courtes et massives, les antérieures portent des griffes puissantes adaptées au creusement. Leur membre antérieur possède 4 doigts bien développés avec des griffes (le pouce est régressé). Le membre postérieur en possède 5. La face plantaire/palmaire est nue, avec des coussinets. Leur démarche est plantigrade (Lopez, 2013).

1.2.11. Formule dentaire

Les porcs-épics à crête possèdent 20 dents (Lamarque, 2004 ; Lopez, 2013) et la formule dentaire est comme suit: Incisive : 1 – 1/1 – 1; Canine: 0/0; Pré-molaire: 1 – 1/1 – 1; Molaire: 3 – 3/3 – 3. Les prémolaires sont aigües et coupantes en arrière, les molaires sont broyantes (Lamarque, 2004). L'aspect de cette denture montre que le porc-épic à crête obéit à un régime mixte.

2.1.12. Reproduction et organisation sociale

Le porc-épic à crête est comme le porc-épic du Cap (*Hystrix africaeaustralis*) et le porc-épic indien (*Hystrix indica*), une espèce monogame (Van Aarde, 1998). Le sexage se fait à l'aide de l'observation des orifices. De plus, on distingue chez les femelles les deux glandes mammaires (notamment en période d'allaitement) situées sur les faces latérales du thorax à hauteur des aisselles (Ohlsen, 2010). La photo 3 montre une glande mammaire du porc-épic à crête femelle.



Photo 3: Mamelon du porc-épic à crête africain (*H. cristata*) femelle

Source : Ohlsen, 2010

La photo 3 montre un porc-épic à crête femelle et le cercle rouge met en exergue indique le mamelon.

Dans le genre *Hystrix*, l'organisation sociale est basée sur la formation de paires au sein d'un petit groupe familial ou d'un clan. La monogamie semble un fondement dans le couple. Chez les mammifères, la monogamie est fonction du type de nouveau-né et des soins parentaux qu'ils requièrent. Ainsi chez les espèces monogames, les deux parents prennent soin de leurs petits nidicoles qui ont un faible rapport poids/taille de la portée (faible poids, grande portée) (Lopez, 2013).

La maturité sexuelle de la femelle commence à l'âge de deux ans, celle du mâle est peu connue. La durée de gestation est de 112 jours (Weir, 1974). Les femelles ont une voire deux portées par an. Le nombre de petits par portée est de un à quatre avec une moyenne de deux. Ils naissent dans le terrier (Bout et Ghiurghi, 2013 ; Lopez, 2013). Les petits naissent les yeux ouverts couverts de piquants mous durcissant et croissant rapidement. Ils se déplacent facilement et se cachent sous leurs parents. Le mâle participe à l'éducation et à la protection des petits. Ils sont allaités deux à la fois jusqu'à 10 semaines. Ils peuvent cependant s'alimenter de nourriture solide à partir de 2 à 3 semaines et ainsi survivre s'ils sont séparés de leurs parents. Ils grandissent rapidement pendant 4 mois puis leur croissance ralentit, ils atteignent leur poids adulte en un à deux ans (Bout et Ghiurghi, 2013 ; Lopez, 2013).

Le dimorphisme sexuel est faible. Les glandes mammaires sont de type composé; elles forment un ensemble de chaque côté dont le produit de sécrétion est évacué par de canaux excréteurs vers les deux mamelons (Lopez, 2013). Les mamelons des mâles sont réduits et courts. Les testicules sont internes et n'apparaissent pas à l'extérieur, même en rut. L'appareil génital du porc-épic à crête est de type vasculaire, comme chez les humains, les équidés et les carnivores. Il est dirigé caudalement comme les rats, souris, lapins, chats. Tout comme le chat et la souris, le pénis est recouvert de petites épines kératinisées. La particularité de porc-épic est de posséder deux griffes à l'extrémité du pénis, de 2-4 mm de longueur qui se déploient lorsqu'il est en érection probablement pour s'accrocher au vagin pendant l'accouplement (Lopez, 2013).

A la suite de l'aperçu donné sur la systématique, la morphologie, la répartition géographique, l'habitat, la reproduction, le rythme d'activité, etc. du porc-épic à crête, on remarque que sur l'ensemble de son aire de répartition, la distribution des porcs-épics à crête a été réduite et même des populations sont éteintes dans certaines parties. Cette situation serait principalement due aux activités humaines et à l'altération de l'habitat et l'espèce est menacée sur son territoire d'occurrence. Le porc-épic à crête présente une large distribution géographique. A l'heure actuelle, le genre *Hystrix* se retrouve sur 3 continents (Afrique, Asie et Europe). L'abondance actuelle du porc-épic à crête n'a pas été estimée dans une région par les différents auteurs. Au sujet de la distribution naturelle de *H. cristata*, de nombreux scientifiques affirment que les porcs-épics à crête fréquentent une variété d'habitats (savane, forêt galerie, forêt claire, steppe, etc.) mais auraient manifesté plus d'intérêt aux milieux rocheux.

CHAPITRE 3 : MATERIELS ET METHODES DE COLLECTE

Dans ce chapitre, il est présenté en premier lieu le matériel qui a servi à la collecte des données sur le terrain pour l'atteinte des objectifs de la thèse et une synthèse de l'approche méthodologique adoptée pour la collecte des données en milieu naturel, pour la réalisation des enquêtes et le traitement des données. En second lieu, l'approche méthodologique est présentée par objectif aussi bien pour la collecte que pour le traitement des données.

3.1. Matériels et outils utilisés pour la collecte des données

La réalisation de l'étude a nécessité l'utilisation de matériels techniques divers comprenant :

- ✱ un GPS de marque GARMIN 60 CSX, pour l'orientation et la localisation géographique des sites d'observations des indices de présence;
- ✱ des fiches techniques comportant le questionnaire d'enquête pour collecter les données ethnozoologiques et socioéconomiques ;
- ✱ une fiche d'observation directe et de relevés des indices de présence (crottes, piquants, etc.) ;
- ✱ un bloc-notes, stylo à bille, crayon ... étaient nécessaires pour la prise des notes sur le terrain ;
- ✱ un appareil photo numérique pour les prises de vues d'identification ;
- ✱ matériels de camping (torche, couchette, etc.), et boîte à pharmacie ;
- ✱ des sachets plastiques pour la récolte, le conditionnement et le transport des crottes ;
- ✱ deux lampes torches de trois piles.

Egalement, il est utilisé divers matériels et outils afin de collecter des données adéquates à chaque objectif et pouvant permettre de bien quantifier la sélection de l'habitat par le porc-épic à crête et de mieux évaluer les connaissances des populations riveraines sur le porc-épic à crête.

3.2. Synthèse générale de l'approche méthodologique

L'approche méthodologique utilisée se résume à la recherche bibliographique, à la recherche des indices de présence en milieu naturel et aux enquêtes ethnozoologiques (interview et questionnaire). En effet, la recherche documentaire a été réalisée afin de mieux circonscrire le thème d'étude. Ainsi, une synthèse bibliographique sur l'espèce étudiée a permis de mieux cerner la problématique du thème d'étude et de définir l'approche méthodologique adéquate. Pour ce qui concerne la collecte des données sur le terrain, deux approches méthodologiques ont été retenues.

🕒 Recherche en milieu naturel des indices de présence

Elle a consisté à parcourir les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin, à la recherche et à l'identification des indices de présence de *H. cristata*. Les indices de présence collectés sont les

crottes, les terriers (actifs et inactifs), les piquants délaissés au sol, les restes de nourriture, les couloirs de passages, les empreintes au sol. Le porc-épic à crête étant de mœurs nocturnes, des prospections nocturnes ont été effectuées en vue d'observer l'espèce. Lors du recensement des indices de présence, il est également noté les signes des activités humaines (destruction ou creusement des terriers, pose des pièges ...) afin d'analyser les menaces. Certaines caractéristiques des sites ou lieux d'observation des indices de présence sont aussi notées : type de végétation ou habitat, sol, altitude.

Du point de vue technique, de décembre 2015 à février 2016 et avril à juin 2016 et novembre-décembre 2017, les réserves de biosphère de la Pendjari et Transfrontalière du W-Bénin furent prospectées à la recherche de traces, fèces, terriers, restes de nourriture, ... signalant la présence du porc-épic à crête. Ces périodes correspondent aux périodes sèches et au début des saisons de pluies. A cet effet, une équipe de deux personnes a été mise en place à savoir : un guide local ayant une expérience avérée en matière d'identification des animaux et leurs signes et une bonne connaissance de la zone d'étude afin de faciliter les entrées en forêt ; une personne chargée de noter toutes les informations et références géographiques observées sur les fiches (annexe 3.1) qui était le chercheur. L'inventaire des indices de présence du porc-épic à crête dans l'aire d'étude a été réalisé suivant la technique de marche de reconnaissance (recce).

Enquêtes ethnozoologiques

L'objectif des enquêtes ethnozoologiques est double. Il s'agit de recueillir des témoignages des populations riveraines afin de comprendre l'état d'abondance de l'espèce et les causes de régression s'il y a lieu d'une part et d'autre part de quantifier et comparer l'information. A cet effet, les techniques utilisées sont basées essentiellement sur les entretiens et les enquêtes par questionnaire. Les enquêtes combinent souvent deux formes de questionnaire avec une dominante de questions fermées et quelques questions ouvertes. L'échantillon est constitué de chasseurs, de tradipraticiens, d'agriculteurs, d'éco-gardes, de pêcheurs. La collecte des données a été réalisée grâce à des interviews suivant un questionnaire semi structuré rédigé pour la circonstance (annexe 3.3). Le questionnaire a été axé sur les principaux points suivants : i) l'identité de l'enquêté (nom, prénoms, âge et sexe, ethnie); ii) profession, iii) catégories d'usage de l'espèce (alimentaire, médicinal, ...), iv) parties ou organes utilisés, v) organes utilisés dans le traitement des maladies, les maladies traitées, vi) état d'abondance de l'espèce (il y a 20 ans et aujourd'hui dans la zone et les raisons). Les personnes interrogées sont sélectionnées de façon aléatoire au sein des communautés. Les informations sont collectées auprès d'un échantillon de 260 personnes.

🕒 Codage et traitements statistiques des données

Les traitements statistiques qui sont appliqués aux données constituent un autre repère important. Les données collectées sont saisies sous Excel version 2010 dont le tableur fourni des tableaux et figures faciles à interpréter. Le logiciel Minitab 14.0 est utilisé pour les principaux tests statistiques.

Afin de mieux comprendre les facteurs de distribution du porc-épic à crête dans l'aire d'étude, il est développé une démarche associant la recherche de terrain (relevé des indices de présence) à la télédétection et la géomatique. Les observations de terrain géoréférencées dans le système géodésique WGS 84 et la projection cartographique UTM 31N sont intégrées dans une base de données géographiques en utilisant le logiciel ArcGIS 10.4, QGIS 2.10.1 et Global Mapper 15. Les pentes et les courbes de niveau sont extraites de l'image DEM avec l'outil Spatial Analyst. L'outil ArcTool Box™ est utilisé pour effectuer des traitements d'analyse spatiale.

Après cette synthèse globale de l'approche méthodologique adoptée pour la collecte des données, les méthodes de collecte et de traitement des données sont exposées par objectif dans les sections qui suivent.

3.3. Inventaire des indices de présence et caractérisation des sites d'observation

Les données collectées sont relatives à la présence du porc-épic à crête et aux habitats qu'il fréquente dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin. Il s'agit des indices de présence (crottes, piquants, terriers, restes de nourriture, pistes/couloirs de passage, recherche de nourriture), type de sol, position topographique (altitude), type de formations végétales, recouvrement.

3.3.1. Méthode de collecte d'indice de présence

Plusieurs méthodes et techniques sont utilisées dans l'étude de la faune sauvage. Il s'agit généralement des inventaires pédestres sur transects linéaires, aériens, par capture et marquage, par affût, piégeage, par camera trap. En effet, l'inventaire basé sur l'observation directe ou indirecte le long de transects linéaires est généralement considéré par de nombreux auteurs comme la meilleure méthode pour assurer le suivi de la densité et de la dynamique des populations de la grande et moyenne faune en milieu naturel (Barnes *et al.*, 1995, 1998 ; Plumptre, 2000). Cependant, elle nécessite l'ouverture des sentiers (transects) dans la végétation en suivant un cap, ce qui ralentit la progression à une vitesse de 1 km/h. De plus, l'ouverture des transects linéaires présente un danger permanent dans les aires protégées car elle facilite le braconnage et crée ainsi l'érosion de certaines espèces floristiques précieuses. La méthode de transect linéaire nécessite aussi une équipe beaucoup plus exhaustive. La méthodologie consiste à observer et noter les indices des animaux à partir de la ligne médiane du transect. Toute observation est associée à sa distance le long du transect et à la

distance perpendiculaire de l'observation par rapport à la ligne médiane du transect. L'affût quant à lui, nécessite de l'expérience et un long temps de préparation, souvent plusieurs heures d'attente, immobile, avant de pouvoir observer un individu. La capture, coûteuse, présente un risque de mortalité non négligeable par blessures ou stress notamment pour l'animal.

Dans les milieux (forêts denses) où la distance d'observation est réduite, les techniques basées sur le comptage des traces indirectes sont généralement préférées à cause de la faible visibilité et de la difficulté d'approcher suffisamment la plupart des espèces fauniques (Plumptre, 2000 ; Diop Bineni, 2011). C'est le cas pour le porc-épic à crête, en raison de ses mœurs nocturnes, discret et terricole, donc difficile à observer. Pour un observateur averti, de nombreux indices sont à disposition dans la nature afin de détecter les mammifères sauvages qui laissent de nombreux indices sur leur passage. Quand une espèce menacée ou en voie de disparition est concernée comme le cas du porc-épic à crête au Bénin, il est important de ne pas porter atteinte à l'effectif de la population. L'observation des traces laissées par l'espèce est une méthode non invasive et fortement privilégiée lors du suivi d'espèces sensibles.

Pour ces différentes raisons, l'analyse de la distribution de l'espèce est basée sur les comptages indirects, c'est-à-dire des indices de présence laissés par l'espèce: les crottes, les empreintes, les terriers, les pistes de passage, les piquants sont particulièrement recherchés car riches d'enseignements. Cette méthode indirecte basée souvent sur observations des indices laissés par les animaux (excréments, empreintes, cris, etc.) a été employée par des auteurs (Kümpel *et al.*, 2015 ; van Vliet *et al.*, 2015 ; Legrand, 2014 ; Motsch *et al.*, 2011 ; Kühl *et al.*, 2009 ; Maréchal et Bastin, 2008 ; Blake, 2005). Toutefois, un postulat est alors bâti sur le fait que l'abondance des indices de présence est proportionnelle à l'abondance des populations elles-mêmes (Plumptre, 2000 ; Remis, 2000 ; Blom *et al.*, 2004). Cette méthode dite « marche de reconnaissance » a été utilisée par divers auteurs pour l'inventaire de la faune sauvage (Forboseh *et al.*, 2007 ; Hart *et al.*, 2008 ; Nasi et van Vliet, 2011). Cette méthode de reconnaissance pédestre peut servir à enregistrer les observations diurnes directes d'animaux, les piles d'excréments et les nids. Les données obtenues ne sont pas censées permettre d'estimer les densités mais peuvent facilement être converties en IKA. Mais elle permet simplement d'estimer le taux de rencontre d'un indice d'animaux au kilomètre. Les recce ont l'avantage de permettre à l'équipe de couvrir plus de zones dans un court laps de temps, tout en ayant un impact minimum sur l'environnement (Walsh et White, 1999 ; White et Edwards, 2000).

Au regard de tout ce qui précède, dans le cas de cette thèse, la méthode des « marches de reconnaissance guidées » ou « recce guidé » est employée et des chemins de moindre résistance à

travers la végétation sont suivis. Elle a consisté à parcourir des lignes droites virtuelles de 2 km de long à l'intérieur des réserves et positionnées aléatoirement de manière à prospecter les principaux habitats des réserves et suffisamment distants (500 m). Tous les indices de présence laissés au sol après le passage de l'espèce (crottes, piquants, terriers, empreintes, restes de nourriture) sont relevés pour certification de sa présence. Ces indices ont servi au calcul de l'Indice de Comptage Kilométrique (ICK) indispensable pour le suivi de l'espèce ainsi que sa distribution spatiale. Tous les indices de présence vus à 1 m de part et d'autre de la ligne de marche soit sur une bande de 2 m (figure 8) sont reportés sur la fiche de collecte (annexe 3.1).

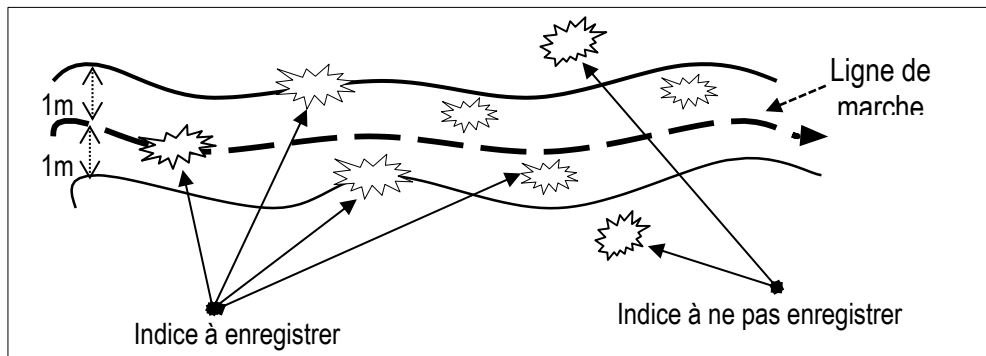
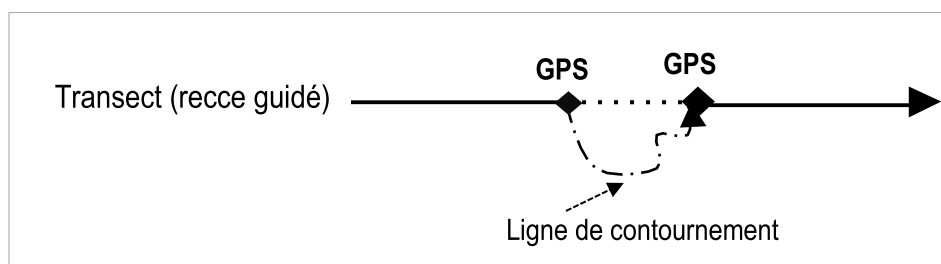


Figure 8: Exemple simplifié de la méthode de dénombrement par recce guidé

Source : Adapté de Blake (2005)

La figure 8 montre de façon schématique le processus de recensement des indices de présence du porc-épic à crête sur les transects (marche de reconnaissance) lors des travaux dans les réserves. De légères déviations ponctuelles (45° au maximum) sont toutefois autorisées lorsque les obstacles sont difficiles à franchir par exemple un sous-bois très fermé (voir schéma ci-dessous).



Les prospections au cours de cette étude ont été conduites le jour (entre 8 h et 17h 30). A l'aide de la boussole du GPS, on marche lentement le long des lignes de marche à une vitesse de 0,6 à 1 km/h en vue de collecter des données relatives à la présence des porcs-épics à crête. Toutes les observations d'indices de présence sont reportées sur une fiche d'inventaire (annexe 3.1) conçue à cet effet. Les observations prenaient en compte l'ensemble des indices indirects pouvant justifier de façon indubitable la présence des porcs-épics à crête dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin.

Chaque fois qu'un indice de présence est trouvé, l'équipe d'inventaire s'arrête pour le caractériser l'indice, prendre les coordonnées géographiques et des éléments descriptifs de l'habitat (photo 4).



Photo 4: Enregistrement des données pour la description des fèces et du site d'observation

Prise de vue : Mouzoun, décembre 2015

La photo 4 montre l'enregistrement des informations sur fiche de collecte au contact d'indices de présence du porc-épic à crête. S'il s'agit d'une crotte, l'état des crottes collectées (frais, récent, vieux et très vieux) est aussi noté. Quant aux terriers, ils sont caractérisés (fonctionnels, c'est-à-dire utilisés ou abandonnés).

Il faut noter aussi que des tournées de recherche de terriers sont effectuées dans des endroits où leur présence est signalée par les enquêtés ou indiqués par le pisteur (le guide de terrain). Lors de ces recherches, tous les indices de présence rencontrés sont notés également et géoréférencés. Les indices de présence du porc-épic à crête sont récoltés dans les divers types d'habitats: forêt galerie, savane arborée, savane arbustive, végétations sur affleurement rocheux couvrant respectivement 253849 hectares, 380408 hectares, 421114 hectares et 138875 hectares. La planche 6 de photos présente quelques indices de présence de l'espèce relevés dans les Réserves de Biosphère de la Pendjari et du W du Bénin.

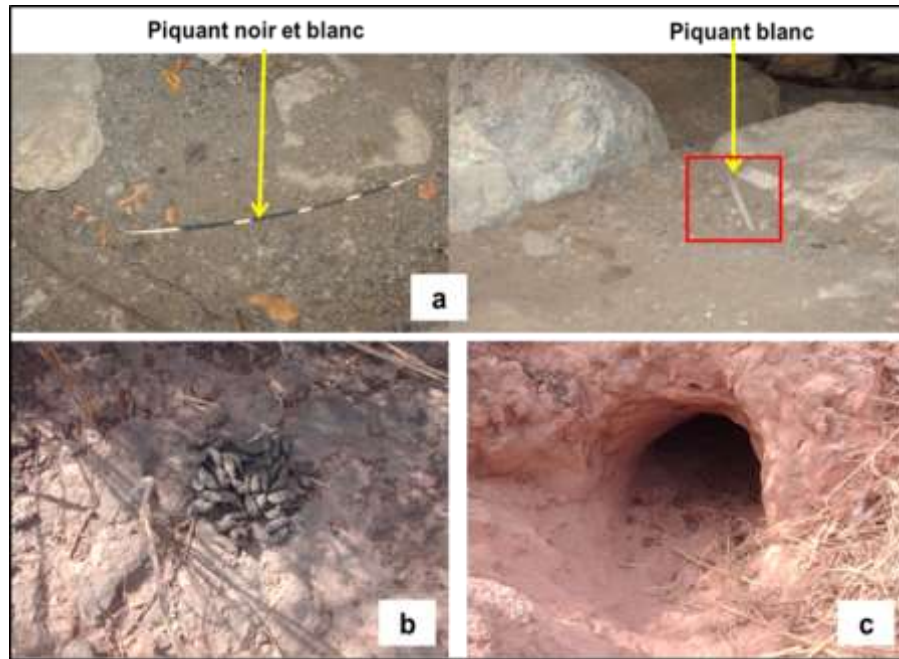


Planche 6: Signes indiquant la présence de *Hystrix cristata* : piquants (a); fèces (b); terrier/tanière (c)

Prise de vue : Mouzoun, décembre 2015 et janvier 2016

Les photos de la planche 6 présentent quelques exemples d'indices de présence qui ont permis d'affirmer l'existence réelle de l'espèce dans l'aire d'étude. Il est observable sur les différentes photos: (a) les poils dorsaux (piquants) délaissés lors des déplacements, durs, très pointus, annelés de brun, de noir et de blanc. Aussi, observe-t-on un piquant blanc; les fèces qui sont allongés, durs (comme recouverts d'une coque) et souvent attachés les uns aux autres (b); le terrier (c). Seule l'observation de piquants, d'empreintes ou de couloir de passage permet de confirmer la présence d'une population établie dans un terrier.

3.3.2. Caractérisation des sites d'observation

Les données floristiques ont concerné la structure floristique de l'habitat et les caractéristiques (taux de recouvrement du sol) des sites d'observation des indices de présence. Au cours de chaque relevé d'indices de présence, en dehors des données descriptives du milieu, un inventaire des espèces végétales ligneuses a été effectué et les paramètres suivants sont notés sur les espèces ligneuses: le DHP (Diamètre à Hauteur de Poitrine) supérieur à 10 cm; l'abondance-dominance; le taux de recouvrement. Ces estimations sont faites dans les micro-parcelles de 10 m x 10 m. L'échelle d'abondance-dominance utilisée est celle de Braun-Blanquet (1932) qui se présente comme suit :

- 5 : espèce recouvrant 75 à 100 % de la surface du relevé avec un recouvrement moyen de 87,5 % ;
- 4 : espèce recouvrant 50 à 75 % de la surface du relevé avec un recouvrement moyen de 62,5 % ;
- 3 : espèce recouvrant 25 à 50 % de la surface du relevé avec un recouvrement moyen de 37,5 % ;

- 2 : espèce recouvrant 5 à 25 % de la surface du relevé avec un recouvrement moyen de 15 % ;
- 1 : espèce recouvrant 1 à 5 % de la surface du relevé avec un recouvrement moyen de 3 % ;
- + : espèce recouvrant moins de 1 % de la surface du relevé avec un recouvrement moyen de 0,5 %.

Les relevés floristiques se faisaient dans un rayon de 10 m autour de l'indice afin de recenser l'ensemble des ligneux dont le DHP était supérieur à 10 cm. Les inventaires de la végétation ligneuse ont été réalisés selon deux strates de hauteur, c'est-à-dire la strate arbustive (0 à 7 m) et la strate arborescente (>7 m). Les indices ont été relevés dans quatre types d'habitats à savoir les savanes arbustives et arborées, les galeries forestières et les formations végétales sur affleurement rocheux (formations saxicoles).

3.3.3. Cartographie des habitats de l'aire d'étude

Pour améliorer la discrimination des éléments paysagers, les images satellites Google Earth sont utilisées pour la mise en place de la cartographie de l'occupation du sol pour les dates les plus récentes. Les images couvrent en partie la zone d'étude et ont notamment servi pour aider à la validation des classifications de l'occupation du sol. En effet, les images satellites de Google Earth ont permis de bien identifier les différentes unités d'occupation du sol et de faire la correspondance avec leur réponse spectrale sur les images satellites Landsat de 2017. Les cartes utilisées pour réaliser ces cartes d'occupation du sol sont des images rasters couvrant les deux réserves de biosphère (Pendjari et W du Bénin). Deux images du satellite Landsat OLI sont utilisées dans ce travail. Il s'agit des scènes 193-52 du 04 janvier 2017 et 192-52 du 28 janvier 2017. Les cartes d'occupation du sol utilisées sont celles de 2008. Ces différentes images sont acquises via des téléchargements sur les sites: <http://glovis.usgs.gov>; <http://EarthExplorer>; <http://www.landsat.org>. Les types de données extraits étaient relatifs aux couverts végétaux (savanes, forêts, cultures) à travers l'indice de végétation ou NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), des sols nus, des cours d'eau par l'indice de brillance. Enfin, a également été utilisé un modèle numérique de terrain (Image DEM d'une résolution de 30 m) à partir duquel sont extraites les données relatives aux pentes et aux altitudes.

3.3.4. Traitement des données

3.3.4.1. Abondance des indices de présence et habitats fréquentés

Les données collectées ont été encodées et triées à l'aide du tableur Excel 2010. En outre, il a aussi permis de calculer certains indices et des fréquences d'occurrence. La répartition spatiale des différents habitats disponibles dans l'aire d'étude a été faite à partir des logiciels de cartographie Global Mapper 15 et ArcGIS 10.4. Pour toutes les statistiques descriptives effectuées (test de Chi², Kruskal-Wallis), le seuil de signification a été fixé à la valeur conventionnelle de 0,05.

✪ Indice de Comptage Kilométrique (ICK)

De nombreux auteurs s'accordent sur le fait que l'Indice Kilométrique d'Abondance (IKA) ou l'Indice de Comptage Kilométrique (ICK) reste un indicateur adapté utilisable dans plusieurs régions pour avoir la distribution spatiale et l'abondance des espèces (Nzoo Dongmo *et al.*, 2003). D'après Bousquet (1996), la méthode des indices kilométriques d'abondance (IKA) est un moyen rapide et pratique pour connaître la distribution spatio-temporelle de la faune quand les observations sont difficiles. Cet indice peut être calculé en utilisant les indices de présence (empreintes, crottes, nids). Des études ont démontré qu'il existe une relation linéaire très significative pour tous les types d'indices, entre le nombre d'indices de présence relevés et l'effectif des espèces (Malengreaux et Casaer, 2008 ; Maréchal et Bastin, 2008 ; Mayle *et al.*, 2000 ; Putin et Albaret, 1999 ; Albaret *et al.*, 1991). Par exemple, Aulak et Babinska-Werka (1990) utilisant les données sur le chevreuil (*Capreolus capreolus*) et Hema (1998) sur les céphalophes, ont montré qu'il y avait une corrélation entre le nombre de défécations récoltées sur une certaine période pour estimer les effectifs. Les données sont exprimées sous forme d'indice kilométrique (nombre d'indices de présence / nombre kilomètres parcourus) (Albaret *et al.*, 1991 ; Bout, 2006 ; Tchamba *et al.*, 2015).

L'appréciation de l'abondance du porc-épic à crête s'est limitée seulement au calcul de l'Indice de Comptage Kilométrique (ICK) compte tenu de la méthode utilisée. C'est le rapport du nombre d'observations à la distance parcourue. Sa formule se présente comme suit:

$$\text{ICK} = \text{NOE} / \text{DTP}$$

NOE : Nombre d'observations pour l'espèce ; **DTP**: Distance totale parcourue.

✪ Fréquence d'occurrence des indices de présence

La fréquence d'occurrence d'une espèce est le rapport exprimé en pourcentage, du nombre de prélèvements où des indices de l'espèce sont notés au nombre total de prélèvements (Damerджи, 2008). Pour évaluer l'occurrence des indices de présence en fonction des habitats, les fréquences de localisation des indices ont été calculées. Son expression est la suivante :

$$F = \text{Pa} / P \times 100$$

F = fréquence d'occurrence de l'espèce ; **Pa** = nombre total de prélèvements des indices, **P** = nombre total de prélèvements faits.

3.3.4.2. Sélection de l'habitat

Pour l'analyse de la sélection de l'habitat, l'indice de Jacobs (1974) est plutôt utilisé qu'un test de X^2 en raison du faible nombre d'indices de présence observés. Cet indice a été déjà utilisé par Thienpont (2005). Il s'exprime par l'expression :

$$I_j = [(X1/Y1) - (X2/Y2)] / [(X1/Y1) + (X2/Y2)]$$

X1 : nombre d'indices de présence dans un habitat X ; Y1 : nombre total des indices de présence ; X2: surface d'habitat X et Y2: la surface totale de la zone d'étude (ici des réserves de biosphère).

Cet indice I_j varie entre -1 et +1. Une valeur positive indique que l'habitat est préféré, une valeur négative signifie qu'il est évité. Pour chaque type d'habitat, il est calculé la superficie de l'ensemble des habitats potentiellement utilisables pour le porc-épic à crête.

Pour affiner la préférence des composantes de l'habitat du porc-épic à crête dans l'aire d'étude, il a été utilisé l'indice de spécificité (A) (Dufrêne et Legendre, 1997 ; Dénis, 2012) dont la formule est la suivante :

$$A = n / N \times 100$$

N_j : abondance moyenne des indices de présence dans le type d'habitat j ; N : somme des abondances moyennes de présence pour chacun des types d'habitat.

Cet indice est maximal et prend la valeur 100 quand l'espèce est présente uniquement dans un type d'habitat. Cette valeur représente la part de l'abondance moyenne de la présence de l'espèce dans un type d'habitat par rapport à celle de tous les autres types d'habitat. Le test ANOVA a servi à la comparaison de l'utilisation des différents habitats.

✪ Relation entre abondance des indices de présence et les essences alimentaires

Les besoins en termes d'habitat chez les porcs-épics à crête sont complexes et nécessitent la présence de ressources alimentaires, d'aires favorables à la reproduction et à la protection contre les prédateurs. La présence d'élément extrinsèque au domaine naturel (ressources alimentaires) peut également influencer sur la distribution des porcs-épics à crête. Pour vérification, il a été établi le rapport entre le nombre de points où les espèces ligneuses susceptibles d'être consommées par les porcs-épics à crête sont présentes et le nombre de points où on trouve d'indice de présence :

$$I_a = N_{ia} / N_t$$

où N_{ia} est le nombre total d'observations d'indices de présence et ressource alimentaire et N_t le nombre total des points de contacts de l'espèce.

3.3.4.3. Traitement cartographique

Afin de mieux comprendre les facteurs de distribution du porc-épic à crête dans l'aire d'étude, il est développé une démarche associant la recherche de terrain (relevé des indices de présence) à la télédétection et la géomatique. Les observations de terrain géoréférencées dans le système géodésique WGS 84 et la projection cartographique UTM 31N, sont intégrées dans une base de

données géographiques en utilisant le logiciel ArcGIS 10.4, QGIS 2.10.1 et Global Mapper 15. Les pentes et les courbes de niveau sont extraites de l'image DEM avec l'outil Spatial Analyst. L'outil ArcTool Box™ est utilisé pour effectuer des traitements d'analyse spatiale. La répartition altitudinale du porc-épic à crête représente un outil efficace pour évaluer les modifications de la niche écologique de cette espèce au cours du temps. En effet, elle permet d'obtenir l'optimum de présence de l'espèce le long du gradient d'altitude. L'étude de la répartition altitudinale doit être effectuée à l'aide de modèles adaptés à des données positives puisque l'on s'intéresse à la distribution de la probabilité de présence du porc-épic à crête à une altitude donnée (cas de données binaires).

Les cartes pour déterminer la répartition des porcs-épics à crête sont édictées en fonction des variables écologiques ou environnementales choisies (altitude, habitats, sols, ...). Le prétraitement et le traitement des images Landsat sont faits à l'aide du logiciel ENVI 5.1. Les applications SIG et l'élaboration des cartes sont faites grâce aux logiciels cartographiques ArcGIS 10.2.1 et QGIS 2.10.1.

3.4. Evaluation des pressions et les menaces

Les données relatives aux menaces collectées sont liées aux actions anthropiques préjudiciables à la survie de l'espèce. Il s'agit des activités de chasse (braconnage), d'agriculture, d'élevage, des effets des changements climatiques.

3.4.1. Collecte des données sur les menaces

L'identification des principales menaces pour la population du porc-épic à crête dans l'aire d'étude est basée sur les informations obtenues pendant les travaux de terrain, lors des interviews. Les données collectées concernent essentiellement la perception des populations locales sur l'état d'abondance de l'espèce dans le passé (il y a 20 ans) et actuelle, les facteurs à l'origine de la régression de l'espèce et de son habitat. Des entretiens sont réalisés avec des agents en charge de la conservation des réserves à savoir les éco-gardes, les pisteurs, les chefs services du suivi écologique et les populations riveraines pour disposer des données sur les menaces qui entravent l'évolution de la population du porc-épic à crête dans l'aire d'étude. Au total, 260 individus ont été interrogés sur l'ensemble des villages riverains parcourus. Ces personnes sont choisies de manière aléatoire parmi les populations des villages riverains des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin. Les critères de choix des personnes sont essentiellement basés sur le profil des interviewés (âge, catégorie socioprofessionnelle, sexe, groupe socioculturel).

La méthode employée pour déterminer la taille de l'échantillonnage la méthode dite des « quotas » comportant un quota croisé (Bréchon, 2010 ; Olivieri, 2001 ; Desabie, 1963) entre réserve afin de respecter la régularité des informations et âge (interviewer les individus âgés de plus de 15 ans). Pour

ce fait, un quota de 130 personnes est fixé par réserve. Cette méthode a permis de masquer le problème de la non-réponse et permet d'atteindre le taux de réponse satisfaisant. Si un individu refuse de participer, on le laisse et on va voir un autre car le but était de combler le quota. Le facteur temps n'a pas permis de sillonner la totalité des villages se situant à la périphérie des réserves.

Egalement, lors des relevés des indices de présence de l'espèce, il est enregistré tous les indices d'activités ou de présences anthropiques telles que les pistes des braconniers, recherche de pailles, destruction des terriers, trophées.

3.4.2. Traitement des données

Les réponses aux questionnaires ont été dépouillées, codifiées, saisies et traitées à l'aide du tableur Excel 2010. Les données inscrites sur des fiches de données brutes ont été transférées dans une base de données et traitées par le logiciel de traitement statistique SP XLSTAT.5.3 et Minitab14. Les données collectées ont servi à calculer les paramètres ci-après.

- **Fréquence relative (Fr) de citation des causes selon les personnes interviewées**

$$Fr = (n / N) \times 100$$

n : nombre de personnes ayant cité une cause donnée et *N* est le nombre total de personnes interviewées.

Pour chaque cause citée, sa fréquence (Fci) de citation a été calculée selon la formule suivante :

$$Fci = Nci / Nv \times 100$$

Nci : nombre de citations de la cause *i* et *Nv* le nombre total de villages où la cause a été indiquée.

- **Indice de Connaissance des Causes de Disparition de l'espèce (ICCD)**

L'Indice de Connaissance des Causes de Disparition de l'espèce (ICCD) par les personnes interviewées par village (formule adaptée de Assogbadjo *et al.*, 2011) :

$$ICCD = Cm / Nt$$

Cm : nombre moyen des causes citées par les enquêtés d'un village ; *Nt* : nombre total des causes citées par l'ensemble des personnes interviewées. Plus l'indice tend vers 1, plus la majorité des personnes enquêtées connaît les causes citées.

Pour comparer les différentes moyennes, le test non paramétrique Kruskal-Wallis est effectué pour des données non appariées et ne suivant pas une loi normale. Le seuil de signification a été fixé à 0,05. Ces tests statistiques sont réalisés à l'aide du logiciel Minitab 14 et ont permis de déterminer si les variations des différentes valeurs sont significatives.

3.5. Appréciations des connaissances ethnozoologiques

Cette enquête visait à inventorier les connaissances des populations des Réserves de Biosphère de la Pendjari et du W du Bénin sur l'importance du porc-épic à crête.

3.5.1. Collecte des données

Les données sont collectées suivant les enquêtes formelles dans 10 villages riverains des réserves de biosphères de la Pendjari et du W du Bénin dont un campement des pêcheurs situé dans la partie de la réserve de la Pendjari. Le choix de ces villages a été motivé par leur accessibilité et leur proximité des réserves. L'échantillon d'enquête est constitué par les ménages choisis de façon aléatoire dans chaque village sans distinction ethnique. L'enquête qui est réalisée en langue locale s'est intéressée aux données relatives entre autres à l'inventaire des activités économiques de la zone d'étude; la connaissance du porc-épic à crête; l'importance de l'espèce pour la population. Egalement, les données collectées concernent les informations sur l'identité de l'enquêté (nom, prénom, ethnie, âge, sexe, profession, nom du village), la connaissance et l'utilisation de l'espèce, les différents usages de l'espèce, les organes utilisés, les maladies traitées et les organes utilisés en pharmacopée. Au cours de l'enquête, il est montré un échantillon (piquant) de l'espèce (porc-épic à crête) pour évaluer la fiabilité de l'identification à travers les piquants.

Les données sur les utilisations de l'espèce ont été collectées à l'aide de questionnaires auprès des éco-gardes, des pisteurs et des habitants (agriculteurs, tradipraticiens, anciens chasseurs, éleveurs.) des villages périphériques des réserves de biosphère. L'enquête ethnozoologique est consacrée aux relations entre la population locale et la faune sauvage en particulier le porc-épic à crête, objet de cette étude. L'objectif de l'enquête a été surtout d'identifier les différentes utilisations locales des populations du porc-épic à crête en vue de dégager la valorisation locale de l'espèce ainsi que les menaces relatives à l'utilisation. Les interviews réalisées en langue française ou locale au moyen d'une fiche d'enquête (annexe 3.3) ont nécessité la présence d'une personne appartenant à la communauté enquêtée dans l'optique de faciliter non seulement l'accès aux informations mais aussi d'acquérir des informations fiables et authentiques. Les villages (Batia, Porga, Sangou, Tchafarga, Campement pêcheur, Alfakoara, Batran, Kandèrou, Sampéto et Thya) dans lesquels les investigations sont menées dans le cadre de cette recherche sont présentés par la figure 9.

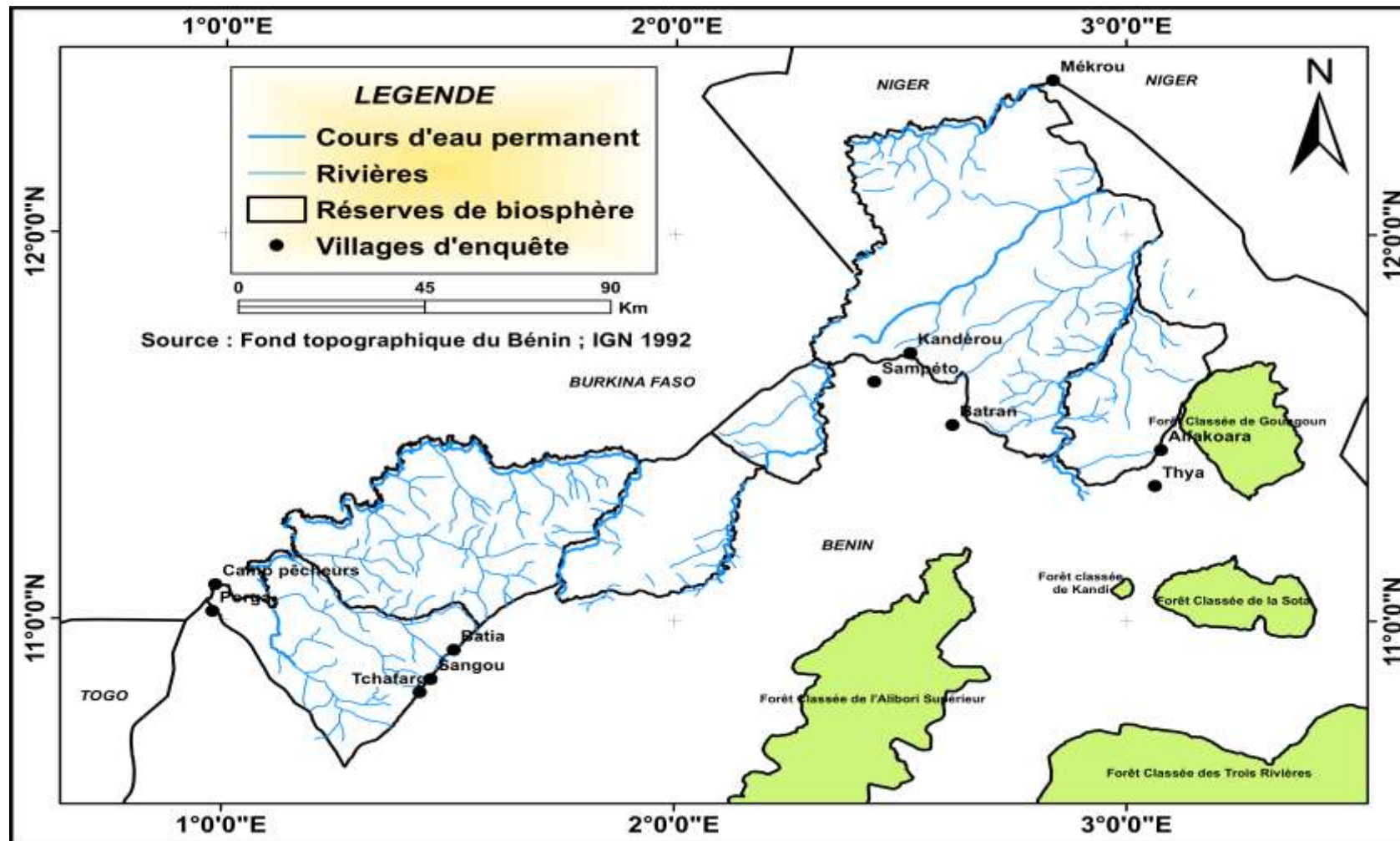


Figure 9: Localisation des villages d'enquêtes autour des deux réserves de biosphère (Pendjari et W-Bénin)

Source : Résultats des travaux de terrain et de laboratoire, 2015, 2016 et 2018

La figure 9 présente la répartition spatiale des villages riverains où les enquêtes sont conduites, matérialisés par les points noirs suivis des noms. Les enquêtes ont été conduites auprès de neuf groupes socioculturels que sont les Berba ou Biali, Gourmantché, Waama, Bariba, Zarma ou Djerma, Monkolé, Peul, Mina et Haoussa. Les personnes interrogées ont été choisies de façon aléatoire. Les principales données collectées lors des enquêtes sont relatives au nom vernaculaire de l'espèce, aux utilisations dont l'espèce pouvait faire l'objet (alimentation, pharmacopée, commerce, etc.). Les enquêtes ont été complétées par des observations directes dans les ménages (chez les guérisseurs traditionnels) et les marchés.

La technique d'échantillonnage des enquêtés a varié suivant les catégories. S'agissant des acteurs tels que les agriculteurs, les pêcheurs, les éco-gardes et pisteurs, leur sélection a été faite de manière aléatoire. Quant aux autres acteurs tels que les praticiens de la médecine africaine et les anciens chasseurs, il est adopté la technique d'échantillonnage « boule de neige ». Cette technique, simple à utiliser est aussi très pratique lorsqu'on procède par choix raisonné, ne disposant pas d'une liste des unités de la population-mère et connaissant très peu d'individus qui correspondent aux variables ou aux critères retenus (Dépelteau, 2000). Il s'agit de constituer l'échantillon en demandant à quelques informateurs de départ de fournir des noms d'individus pouvant faire partie de l'échantillon. Au total, 260 utilisateurs d'organes de *H. cristata* dont 160 agriculteurs, 20 éleveurs, 30 anciens chasseurs, 10 pêcheurs, 20 praticiens de la médecine africaine et 20 agents éco-gardes et pisteurs ont été enquêtés. L'enquête a été réalisée auprès de toutes les couches sociales (vieux, adultes, jeunes) des populations riveraines. Cet échantillon a été construit en utilisant la méthode d'échantillonnage non probabiliste par « quotas » comportant un quota croisé (Bréchon, 2010 ; Olivieri, 2001 ; Desabie, 1963) entre réserve afin de respecter la régularité des informations et âge (interviewer les individus âgés de plus de 15 ans). L'objectif était de s'assurer de la représentativité de l'échantillon au sein de la population tout en tenant compte de certains critères que sont le sexe, l'âge, la profession. Cette méthode a permis aussi de masquer le problème de la non-réponse et permet d'atteindre le taux de réponse satisfaisant. Si un individu refuse de participer, on le laisse et on va voir un autre car le but était de combler le quota. Ainsi, un quota de 130 personnes est fixé par réserve. La méthode consiste à faire un nombre d'entrevues dans divers groupes établis en fonction du secteur géographique, de l'âge, du sexe ou d'autres caractéristiques... Le tableau 1 présente le profil des enquêtés.

Tableau 1: Répartition des enquêtés suivant les groupes ethniques, le sexe et la catégorie socioprofessionnelle

Groupes socioculturels	Nombre des enquêtés	Proportion de l'échantillon (%)
Haoussa	5	1,92
Bariba	55	21,15
Berba / Biali	50	19,23
Djerma ou Zarma	15	5,77
Gourmantché	50	19,23
Mina	5	1,92
Monkolé	40	15,38
Peul	20	7,69
Waama	20	7,69
Classe d'âge		
≤ 40	94	36,15
] 40-60]	115	44,23
≥ 60	51	19,62
Sexe		
Féminin	30	11,54
Masculin	230	88,46
Catégorie socioprofessionnelle		
Cultivateur	140	53,85
Ancien chasseur	30	11,54
Tradithérapeute	20	7,69
Eco-garde et pisteur	20	7,69
Pêcheur	10	3,85
Ménagère	20	7,69
Eleveur	20	7,69

Source : Résultats d'enquête, 2015, 2016 et 2017

Il ressort des résultats que sept catégories socioprofessionnelles sont échantillonnées et les agriculteurs sont les plus représentés (53,85 %), suivis des chasseurs (11,54 %) et les pêcheurs sont faiblement représentés (3,85 %). Les ethnies aux effectifs les plus élevés sont les Bariba ou Baatonu (21,15 %), les Berba ou Biali (19,23 %), les Gourmantché (19,23 %) et les Monkolé (15,38 %). Les groupes ethniques les moins représentés sont les Haoussa et Mina (1,92 %). La majorité des répondants ont 40 ans révolus (55,38 %) et sont de sexe masculin (88,46 %).

3.5.2. Traitement des données

Les données d'enquête ont été d'abord dépouillées manuellement puis saisies et traitées dans le tableur Microsoft Excel 2010. Les premiers résultats ont été transformés sur le tableur Excel pour être présentés sous forme de tableaux, de diagrammes ou d'histogrammes. L'évaluation des connaissances et des valeurs d'usages s'est réalisée à partir des calculs des indices (tableau 2).

Tableau 2: Indices de connaissance et d'usages calculés pour *Hystrix cristata*

Indices	Formules	Description	Références
Fréquence de Citation	$FC = \frac{n}{N} \times 100$ FC, nombre de citations d'une catégorie d'usage divisé par le nombre total des répondants	Mesurer la diversité des usages par les populations	Mouzoun, 2014
Valeur d'Usage	$VU = \frac{\sum U}{N}$ VU, l'ensemble des citations des organes (U) divisé par le nombre d'informateurs (N)	Evaluer l'importance relative de l'espèce pour la communauté locale	Ayantunde <i>et al.</i> , 2009 ; Sop <i>et al.</i> , 2012
Facteur de Consensus Informateur	$FCI = \frac{Nur - Nt}{Nur - 1}$ FCI, nombre de citations pour chaque catégorie d'usage (Nur) divisé par le nombre total des parties (Nt)	Appréhender le niveau de consensus des populations sur les usages des parties de l'espèce	Heinrich <i>et al.</i> , 1998 ; Monteiro <i>et al.</i> , 2006 ; Ngom <i>et al.</i> , 2014
Niveau de Fidélité	$NF = \frac{Nci}{Nct}$ NF, nombre de citations de l'espèce pour une catégorie d'usage divisé par le nombre de citations de l'espèce pour toutes les catégories d'usage	Apprécier le degré de consensus sur l'utilisation de l'organe dans une catégorie par rapport aux différentes catégories d'usage au sein des populations	Ugulu, 2012 ; Cheikhoussef <i>et al.</i> , 2011 ; Alexiades et Sheldon, 1996
Diversité des Usages	$UD = \frac{Ucx}{Uct}$ UD, nombre d'indications enregistrées par type d'usage (Ucx) divisé par le nombre total d'indications (Uct), toutes catégories confondues	Mesurer l'importance des catégories d'usage et comment elles contribuent à la valeur totale des usages	Byg et Baslev, 2001
Equitabilité des Usages	$UE = \frac{UD}{UDmax}$ UE, valeur de diversité des usages (UD) divisée par la valeur maximale de l'indice (UDmax)	Mesurer le degré d'homogénéité des connaissances au sujet des catégories d'usage	Byg et Baslev, 2001

Source : Synthèse bibliographique

Dans le tableau 2, il est présenté les différents indices calculés afin de mieux évaluer les connaissances des populations et l'importance socioculturelle du porc-épic à crête au sein des populations riveraines des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin. Ces tests statistiques différents sont réalisés à l'aide du logiciel Minitab 14. Ces tests permettent de déterminer si les variations des indices calculés sont significatives.

3.6. Etude de la composition du régime alimentaire de *H. cristata* en milieu naturel

Cette étude du régime alimentaire a été une étude sommaire. Les informations collectées concernent les aliments consommés par l'espèce dans les habitats au sein des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin et leur périphérie. Pour les plantes consommées, il s'agit du nom local, des parties consommées, la période d'abondance.

3.6.1. Collecte des données sur le régime alimentaire du porc-épic à crête

La collecte des données sur la composition du régime alimentaire des porcs-épics à crête dans l'aire d'étude est le fruit des observations et des descriptions des différents habitats fréquentés par l'espèce. Afin de disposer des données sur le régime alimentaire du porc-épic à crête, une enquête est réalisée auprès des anciens chasseurs et des pisteurs. Ce qui a permis d'identifier de façon non exhaustive la composition du régime alimentaire du porc-épic à crête surtout les espèces végétales consommées. L'enquête a consisté à identifier les éléments constitutifs du régime alimentaire de l'espèce, notamment et à lister les principales espèces végétales dans la zone des réserves de biosphère du Bénin et leurs environs consommées par l'espèce. Les données collectées auprès des populations ont porté sur la recherche et l'identification des espèces végétales appréciées, les périodes de disponibilité et d'abondance de ces espèces végétales. Pour ce faire, un guide d'entretien a été élaboré. Cette technique a permis de disposer d'une liste des espèces appréciées par le porc-épic à crête, les parties consommées et leur période d'abondance. Ces données d'enquêtes sont complétées par des observations de terrain lors des inventaires pédestres suivant les marches de reconnaissance. Les espèces appréciées par le porc-épic à crête sont recensées sur la base des observations indirectes à partir des restes d'aliments laissées (recherche de nourriture, reste de nourriture). Les principales ressources alimentaires présentes dans les différents habitats des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin et leur périphérie et consommées par les porcs-épics à crête tout au long de l'année sont recensées.

3.6.2. Traitement des données

A partir de ces observations, les espèces sont recensées et réparties en familles. Les espèces végétales sont déterminées à l'aide de clé de détermination des espèces : la Flore analytique du Bénin (Akoègninou *et al.*, 2006) et la Flore du Bénin (de Souza, 2008).

Les données obtenues durant ce travail ont été analysées grâce au tableur Excel (en ce qui est des moyennes, fréquences) pour l'obtention des différents graphiques et aussi à l'aide du logiciel Minitab 14 pour les tests statistiques (comparaisons). Les fiches d'enquêtes et de collecte ont d'abord été dépouillées manuellement. Ensuite, les données synthétisées ont servi à calculer les paramètres ci-après :

❖ Variations des parts relatives des différentes espèces végétales appréciées par *H. cristata*

Les fréquences d'occurrences relatives (FOR) de chaque item alimentaire ont été calculées. Elles se calculent par la formule suivante :

$$FOR = (\sum n / \sum N) \times 100$$

n est le nombre d'occurrences de l'espèce *i* dans les citations et *N* est le nombre total d'occurrences de toutes les espèces.

✪ Richesse spécifique et fréquence d'apparition

Il a également été déterminé la richesse des espèces appréciées par les populations du porc-épic à crête et indiquées par les enquêtés. Elle est le nombre *S* des différentes espèces de plantes appréciées par le porc-épic à crête figurant sur la liste d'inventaire. Elle s'exprime par la formule:

$$S = \sum U_i$$

S = nombre total des espèces appréciées recensées et *U_i* = espèce appréciée par l'espèce.

Egalement, les fréquences d'apparition (AR) ont été calculées, la formule est la suivante :

$$AR = d / D$$

où *D* : nombre total d'apparition des espèces ou familles et *d* : le nombre d'apparitions d'une espèce végétale.

Le Test d'analyse de variance (Kruskal-Wallis) a été utilisé pour comparer les différences de connaissance des espèces appréciées selon les interviewés. Il a été effectué sous le logiciel Minitab 14.

✪ Analyse de la niche trophique

Une niche trophique peut se définir par la façon dont une espèce utilise les ressources alimentaires qui lui sont disponibles (Polechová et Storch, 2008 ; Fluhr, 2011). L'indice de Levins standardisé (Hurlbert, 1978) a été utilisé pour évaluer la taille de la niche trophique du porc-épic à crête. Elle s'exprime par la formule :

$$B' = B - 1 / n - 1$$

$B = 1 / \sum p_i^2$, *n* est le nombre d'items alimentaires cités et *p_i* est la fréquence d'occurrence relative du *i*^{ème} item alimentaire dans le régime.

La standardisation de l'indice de Levins a permis d'obtenir un indice compris entre 0 et 1. Si la valeur de l'indice est zéro cela décrit une petite niche trophique liée à une spécialisation de l'espèce et 1, une large niche trophique caractérisée par une équi-répartition d'un grand nombre d'espèce dans le régime.

3.7. Distribution prédictive du porc-épic à crête

Pour répondre à la problématique de la survie des animaux sauvages face aux conséquences des actions anthropiques et aux effets du changement climatique, la modélisation des habitats ou modélisation des niches écologiques s'est imposée comme un outil pertinent. Cette approche, qui a pris

un essor récent permet en effet de déduire les exigences écologiques des espèces à partir de leurs aires de distribution afin de prédire les changements d'affectation de l'espace par les espèces dans un contexte de changement global. Ainsi, elle a été utilisée pour estimer les conséquences du changement global sur les changements d'aires de distribution (Araújo *et al.*, 2006 ; Gritti *et al.*, 2006), pour l'identification d'aires de conservation prioritaires (Pyke *et al.*, 2005) et l'évaluation des invasions potentielles (Thuiller, 2003 ; Rouget *et al.*, 2004 ; Thuiller *et al.*, 2005 ; Hattab *et al.*, 2011).

En tentant de répondre à cette question, la présente étude constitue une première contribution à l'évaluation de la vulnérabilité des habitats du porc-épic à crête dans les réserves de biosphère du Bénin (Pendjari et W) face au changement global. Pour ce faire, il a d'abord été constitué une importante base de données à référence spatiale contenant toutes les informations disponibles sur les paramètres biotiques et abiotiques, à partir de laquelle il a été extrait les données d'entrée des modèles d'habitat pouvant permettre d'explicitier et de quantifier les relations entre les populations du porc-épic à crête et leur milieu (habitat). Il a été prédit la distribution géographique actuelle des populations du porc-épic à crête et la projection selon deux scénarii de changement global et ce, afin de donner un premier aperçu sur ce que pourrait être la composition spécifique et la distribution spatiale des habitats de l'aire d'étude vers horizon 2055.

3.7.1. Collecte des données pour la modélisation de la niche écologique

Pour être en mesure de prédire la répartition spatiale future du porc-épic à crête, une première étape consiste à identifier les variables responsables de cette répartition spatiale de l'espèce. Lorsque ces variables sont sélectionnées, une seconde partie consiste en la prévision de la répartition spatiale future pour l'espèce. Les données collectées ici ne concernent que les populations du porc-épic à crête dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin.

Les coordonnées géographiques (longitude et latitude) de présence de *H. cristata* ont été enregistrées à partir de travaux de terrain à l'aide d'un récepteur GPS (*Global Positioning System*). Afin de maximiser la précision des résultats de la modélisation, les coordonnées de présence de l'espèce hors du milieu d'étude, mais dans les mêmes zones climatiques couvertes ont été collectées à travers son aire de distribution en Afrique. Ces données additionnelles ont été obtenues en explorant des bases de données de biodiversité en ligne telles que le GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*: www.gbif.org).

Les données bioclimatiques actuelles et celles d'altitude ont été dérivées des données climatiques, téléchargées de la base de données WorldClim Version 1.4: <http://worldclim.org/> (Hijmans *et al.*, 2005 ; Fick et Hijmans, 2017) et les données des sols de la Harmonized World Soil Database version 1.2. Les

variables environnementales sont dérivées des couches mensuelles de températures minimales et maximales et de pluviométrie totale obtenues de la base de données Africlim-ensembles 3.0 logées sur le site web (<https://www.york.ac.uk/environment/research/kite/resources>; <http://worldclim.org/>). Les données climatiques proviennent de la base de données WORLDCLIM ([www.worldclim.org](http://worldclim.org)), section AFRICLIM. Les données disponibles sont des tendances annuelles (moyenne de température annuelle, précipitations annuelles), la saisonnalité (écart de température et de précipitations annuelles) et des données plus précises (température du mois le plus chaud et le plus froid, précipitations du mois le plus sec et plus humide, température et précipitations du ¼ le plus chaud, le plus froid, le plus sec et le plus humide de l'année). Les données de température sont en "deca"-degrés Celsius ($^{\circ}\text{C} \times 10$) et les précipitations en mm (Hijmans *et al.*, 2005). Ces variables bioclimatiques (tableau 3) générées à partir des données climatiques brutes (précipitations et températures) ont été préparées et mises sous formats compatibles avec le programme MaxEnt version 3.3.3k.

Tableau 3: Variables bioclimatiques

Codes	Variables bioclimatiques
BIO_01	Température moyenne annuelle
BIO_02	Ecart diurne moyen (Température maximale - Température minimale ; moyenne mensuelle)
BIO_03	Isothermalité (BIO_01/BIO_07) x 100
BIO_04	Saisonnalité de la température (Coefficient de variation)
BIO_05	Température maximale de la période la plus chaude
BIO_06	Température minimale de la période la plus froide
BIO_07	Ecart annuel de température (BIO_05-BIO_06)
BIO_08	Température moyenne du trimestre le plus humide
BIO_09	Température moyenne du trimestre le plus sec
BIO_10	Température moyenne du trimestre le plus chaud
BIO_11	Température moyenne du trimestre le plus froid
BIO_12	Précipitations annuelles
BIO_13	Précipitations de la période la plus humide
BIO_14	Précipitations de la période la plus sèche
BIO_15	Saisonnalité des précipitations (Coefficient de variation)
BIO_16	Précipitations du trimestre le plus humide
BIO_17	Précipitations du trimestre le plus sec
BIO_18	Précipitations du trimestre le plus chaud
BIO_19	Précipitations du trimestre le plus froid.

Source : www.worldclim.org

L'altitude des sites a été donc obtenue sur le site <http://www.worldclim.org/bioclim.htm>. Les données sur la couverture végétale sont obtenues au niveau mondial sur Global Land Cover Facility (<http://glcf.umd.edu/index.shtml>) à résolution de 30' (approximativement 1 km).

3.7.2. Modèle de distribution

La modélisation de niche utilise le principe de corrélation entre des points ou indices de présence et des variables environnementales. Pas à pas, la contribution de chaque variable environnementale (pluviométrie, température, type de végétation, type de sol, altitude, niveau d'anthropisation, etc.) est testée. Cela permet de dégager un modèle, c'est-à-dire une représentation théorique de la niche écologique fondamentale d'une espèce. La niche fondamentale est une construction multidimensionnelle (chaque variable est une dimension) qui intègre l'ensemble des conditions abiotiques et biotiques dans lesquelles la population d'une espèce peut se maintenir. De nombreuses variables contribuent, à un degré ou à un autre, à délimiter cette niche fondamentale. Cependant, dans la pratique, la prise en compte de quelques variables clés permet une bonne approximation de la niche écologique (Dewynter *et al.*, 2014).

Modéliser la niche fondamentale consiste donc à déterminer les variables significatives. Il est alors possible de projeter les zones favorables sur une carte. Il est important de noter qu'un modèle de niche n'est pas une carte de répartition. Il arrive d'ailleurs fréquemment que des sites ou endroits où l'espèce est observée se situent dans des secteurs considérés peu favorables par le modèle. Le modèle ne doit donc pas être considéré comme une représentation fidèle de la répartition de l'espèce, mais plus comme un outil d'aide à la décision. Les modèles de répartition spatiale (MRS) consistent à estimer les relations entre les données des sites où une espèce est présente et leurs caractéristiques environnementales ou spatiales (Franklin, 2009). Les MRS permettent d'interpoler la répartition géographique d'une espèce, c'est-à-dire de combler le vide entre les sites de présence de l'espèce sur la base des variables environnementales. Ils permettent également d'extrapoler la répartition géographique d'une espèce, c'est-à-dire de prédire l'occupation spatiale d'une espèce dans un secteur où elle n'est pas présente et ce, toujours à partir des variables environnementales (Franklin, 2009 ; Chefaoui *et al.*, 2004). Plusieurs méthodes existent pour modéliser la répartition d'une espèce et leur utilisation dépend du type de données de présence qui est disponible. Par exemple, avec des données de type « présence-absence », une approche par régression comme les modèles linéaires généralisés (GLM) peut être utilisée. Cependant, dans plusieurs cas, ce type de données n'est pas disponible, du moins pour de grands territoires. Par contre, la disponibilité des données de type « présence seulement » pour de grands territoires offre la possibilité de modéliser la répartition spatiale d'une espèce (Elith *et al.*, 2011 ; Elith *et al.*, 2006).

La méthode basée sur la recherche de l'entropie maximale de la distribution des points de présence est utilisée dans cette thèse. L'approche dite "maximum d'entropie" (*Maximum Entropy Modelling*) est une

méthode de prédiction spatialement explicite de l'occurrence d'une espèce animale ou végétale qui repose sur le concept de niche écologique et sur l'utilisation de données de présence (Phillips *et al.*, 2006). C'est une méthode qui permet de s'affranchir du manque de données sur l'absence vérifiée de l'espèce. De nombreux travaux ont démontré les performances du modèle en comparaison avec d'autres approches de modélisation de la qualité de l'habitat (Hernandez *et al.*, 2006 ; Baldwin, 2009; Rebelo et Jones, 2010).

L'entropie maximale est une mesure sur la quantité d'information que l'on peut extraire d'une base de données. La méthode sert à trouver la distribution la plus étendue possible (la plus uniforme dans l'aire d'étude considérée) en tenant compte des contraintes connues, c'est-à-dire des conditions environnementales relevées aux points de présence. En fait, il s'agit d'estimer la distribution des conditions favorables (celles qui sont associées aux sites de présence de l'espèce) par rapport aux conditions qui prévalent dans l'ensemble de l'aire d'étude. Cette méthode, utilisée depuis peu, présente un grand intérêt dans le domaine de l'écologie et s'avère d'une grande précision de prédiction (Elith *et al.*, 2011) comparativement aux autres méthodes utilisant des données de présence seulement. Le logiciel MaxEnt (Dudik *et al.*, 2007) a été développé et est disponible gratuitement (<http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>) afin de modéliser la probabilité de présence à partir de données de présence seulement. Cette application modélise directement la répartition d'une espèce en estimant la densité des variables environnementales (ex : habitat, climat) conditionnelles à sa présence. Jusqu'à maintenant, le logiciel MaxEnt a notamment été utilisé pour prédire la répartition actuelle d'espèces à statut précaire pour établir les relations entre les variables environnementales et la présence d'une espèce. Egalement pour prédire la répartition potentielle d'une espèce exotique envahissante ou encore l'évolution potentielle de la répartition d'une espèce en fonction de divers scénarii de changement climatique (Elith *et al.*, 2011).

Le logiciel MaxEnt présente plusieurs avantages dont celui de ne requérir que des données sur la présence et des informations sur l'environnement pour l'ensemble de l'aire d'étude. Les résultats qui se présentent sous forme de fonctions de réponse de chacune des variables environnementales sont facilement interprétables. MaxEnt est reconnu pour être très fiable même si on utilise un faible échantillon de points de présence et il est bien régularisé afin d'éviter le surajustement des fonctions de réponses des variables environnementales (Phillips et Dudik, 2008). La sortie logistique permet une interprétation facile des relations entre les variables d'habitat et la probabilité de présence de l'espèce (Blanchette et Landry, 2015).

Cette thèse repose sur l'approche utilisée pour modéliser l'habitat potentiel du porc-épic à crête au Bénin selon les caractéristiques de l'habitat et du climat dans les réserves de biosphère de Pendjari et du W du Bénin.

✓ **Sélection des variables climatiques et réduction de la colinéarité par suppression de variables**

Pour bien identifier les variables expliquant la répartition spatiale de *H. cristata*, il est nécessaire de bénéficier de variables explicatives indépendantes les unes des autres. Ainsi, il est crucial de réduire la colinéarité.

Pour prédire l'étendue géographique de la niche écologique du porc-épic à crête, il a été utilisé les variables abiotiques et biotiques, y compris les données du climat, la topographie et les variables biotiques provenant des satellites et des données vectorielles existantes. Des covariables du climat ont été créées au moyen d'une technique d'interpolation par splines de type plaque mince (Hutchinson, 1995). Des paramètres climatiques ayant une importance biologique ont été établis à partir de données sur la température et les précipitations. Des variables potentielles ont été choisies à partir d'hypothèses émises dans des analyses documentaires du porc-épic à crête. Les variables environnementales ont été sélectionnées sur la base des connaissances de l'utilisation de l'habitat par le porc-épic à crête. Outre les variables bioclimatiques, l'altitude (m), le sol et la végétation ont été incluses dans le modèle afin de tenir compte des effets de l'altitude, de la végétation et du sol sur la distribution de l'espèce. En effet, le patron de distribution des sites de présence montre une concentration dans les endroits rocheux ou rocailleux, dans la végétation ouverte et on présume que la topographie, le sol et la végétation pourraient avoir une influence sur la distribution du porc-épic à crête. Les modèles altimétriques numériques (MAN) provenaient des données de Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) et obtenus sur le site Web WorldClim (www.worldclim.org) pour l'altitude à une résolution approximative de 1 km. Les données de végétation (Normal dataclude végétation index: NDVI) proviennent du site web (www.gcmd.nasa.gov) à une résolution des cellules de grilles de 1 km.

Un test de corrélation entre les variables climatiques (19 variables) a été réalisé à l'aide de ENMTools (Warren *et al.*, 2010) afin de choisir celle ayant une faible corrélation ($r < 75$). Le tableau 4 présente les données utilisées pour le modèle de répartition spatiale du porc-épic à crête. Les prédictions sont faites pour l'horizon 2055.

Le retrait des variables à haut facteur d'inflation de la variance (VIF) permet de réduire la colinéarité en supprimant les variables colinéaires, permettant ainsi de bien identifier l'influence individuelle des

variables explicatives. Les variables abandonnées sont celles ayant le plus haut VIF et étant le moins pertinentes du point de vue écologique.

Tableau 4: Variables climatiques incluses dans le modèle de niche écologique combinée à l'élévation, la végétation et le sol

Code	Variables
Bio_2	Ecart diurne moyen (Température maximale - Température minimale ; moyenne mensuelle)
Bio_11	Température moyenne du trimestre le plus froid
Bio_12	Précipitations annuelles
Bio_13	Précipitations de la période la plus humide
Bio_14	Précipitations de la période la plus sèche
Mi	Indice d'humidité annuel
Miaq	Indice d'humidité et quart
Mimq	Indice d'humidité quart humide
Pet	Evapotranspiration potentielle
Alt	Altitude
Sol	Sol
NDVI	Végétation

Source : Résultats des tests de corrélations

Afin de réduire le nombre de variables et augmenter la puissance des analyses, les variables colinéaires (fortement corrélées) sont supprimées une à une et ce de façon manuelle. Les variables conservées sont l'altitude, le sol, les perturbations linéaires, le pourcentage de forêt, le pourcentage de milieu humide et les variables bioclimatiques *bio2*, *bio11*, *bio12*, *bio13* et *bio14* représentant respectivement l'étendue annuelle des températures, les températures moyennes du trimestre le plus frais, la saisonnalité des précipitations et les précipitations du trimestre le plus arrosé. Le VIF moyen des huit variables sélectionnées est de 5,24 avec 11,7 comme valeur maximale (*bio11*), ce qui est jugé acceptable.

Le choix des variables environnementales utilisées dans les modèles de niche est déterminant de la dimensionnalité des interactions espèce-environnement considérées dans les modèles statistiques. Bien que cette sélection requiert la prise en compte de la biologie de l'espèce, le choix des variables est aussi tributaire de la qualité des données disponibles à l'échelle spatiale et temporelle de l'étude (Monnet, 2014). Un des objectifs de la présente étude était de modéliser la distribution du porc-épic à crête à l'échelle des réserves de biosphère du Bénin. En plus de devoir être disponible sur l'ensemble de l'aire d'étude, les variables environnementales devaient pouvoir être projetées dans le futur afin d'estimer l'impact potentiel du changement climatique sur la base des distributions prédites par les modèles de niche. La projection dans le futur impose un compromis sur le choix des variables comme les projections futures de certaines variables ne sont pas disponibles ou encore que leur variation temporelle soit négligeable (variables topographiques et sol).

Pour la construction du modèle de prédiction dans la présente thèse, il a été mis l'accent sur les variables climatiques, considérées comme les principaux déterminants de la délimitation de la niche écologique à large échelle (Luoto *et al.*, 2007 ; Pigot *et al.*, 2010). Il a été choisi également des variables pour décrire l'habitat du porc-épic à crête, principalement via des variables (types de sol, l'altitude et la végétation). Ce sont en effet des variables à forts enjeux pour la sélection de l'habitat par le porc-épic à crête et leurs changements dans le futur peuvent avoir des effets considérables sur la distribution de l'espèce.

☑ Paramétrage du modèle

✓ Fonctions de distribution des variables

MaxEnt utilise une variété de fonctions pour modéliser la distribution des variables environnementales, ce qui donne un grand nombre de paramètres dans le modèle final. Pour en limiter le nombre, on peut écarter les variables environnementales trop fortement corrélées. C'est ainsi que dans la sélection des variables environnementales préalable à la modélisation, il a été évité d'inclure celles qui étaient fortement corrélées ($r > 0,7$) (Merrow *et al.*, 2013).

L'ensemble des fonctions de modélisation des variables environnementales proposées par MaxEnt a été utilisé à l'exception de la fonction Produit (product) comme le recommandent Merrow *et al.* (2013), car cette fonction complique considérablement l'interprétation du modèle. Afin d'estimer l'importance de chaque variable environnementale dans le modèle, le logiciel applique une procédure nommée jackknife. Chacune des variables est exclue à tour de rôle du modèle et un nouveau modèle est refait avec les variables restantes. Un modèle utilisant uniquement la variable exclue est également créé. Le résultat présente le gain du modèle créé sans la variable et celui n'utilisant que cette variable. La variable qui présente le meilleur gain lorsqu'elle est utilisée seule et le plus faible gain lorsqu'elle est exclue du modèle est la plus importante.

✓ Coefficient de régularisation (*gain regularization*)

La régularisation des fonctions de distribution des variables environnementales est une procédure qui permet de réduire le surajustement du modèle. Tel que conseillé par Merrow *et al.* (2013), plusieurs coefficients de régularisation ont été testés et un facteur de régularisation de 0,1 a été choisi, car il produisait le meilleur ajustement des modèles et les meilleurs gains.

✓ Biais d'échantillonnage (*sample bias*)

Par défaut, le logiciel assume que tous les endroits de l'aire d'étude ont été échantillonnés de façon uniforme. Cependant, cette prémisse ne se confirme probablement pas dans la présente étude et l'est d'ailleurs rarement dans la majorité des études utilisant des données de présence seulement (Merrow

et al., 2013). Une façon de considérer ce biais est d'inclure une grille de biais qui permet à MaxEnt de tenir compte a priori d'une probabilité d'échantillonnage différente d'une cellule à l'autre. Par exemple, si deux cellules ont les valeurs respectives de 1 et 2, cela indique à MaxEnt que la seconde cellule avait une probabilité d'échantillonnage deux fois plus grande que la première. Malheureusement, on ne dispose pas d'indication sur l'effort d'échantillonnage pour cette étude. On peut cependant supposer que la récolte des points de présence du porc-épic à crête est représentative dans l'aire d'étude.

✓ **Types de sortie** (*types of output*)

MaxEnt propose trois types de sortie comportant différentes échelles et différentes interprétations des résultats. Bien que la sortie logistique soit plus facile à interpréter (la probabilité de présence varie de 0 à 1) elle n'est pas recommandée, car elle est basée sur une fausse prémisse au sujet de la valeur de la probabilité de présence moyenne des sites avec présence (fixée arbitrairement à 0,5 par le logiciel). Comme Merrow *et al.* (2013) le suggèrent, la sortie des valeurs brutes (*raw output*) peut être interprétée comme un taux relatif d'occurrence (*relative occurrence rate*). La somme des taux relatifs d'occurrence de l'ensemble des cellules de l'aire d'étude est égale à 1. Enfin, le troisième type de sortie est celui des valeurs cumulées (*cumulative output*) qui assigne à chaque cellule la somme des valeurs brutes plus petites ou égales à la valeur de cette cellule et calibre cette valeur entre 0 et 100. La valeur cumulative doit être interprétée comme un taux d'omission (probabilité qu'une absence prédite par le modèle soit en réalité une présence) et son utilisation peut être problématique lorsqu'il y a peu de différences entre les cellules d'un grand ensemble, ce qui est le cas pour une grande partie de l'aire d'étude actuelle.

Dans le cas de la présente thèse, la sortie logistique a été utilisée pour la présentation cartographique des résultats car elle permet une meilleure étendue des valeurs de probabilité de présence et rend l'interprétation beaucoup plus facile.

✓ **Évaluation du modèle** (*evaluating model*)

Le logiciel propose différentes avenues pour valider le modèle. La validation croisée (*k-fold cross-validation*) peut être utilisée en divisant les données servant à développer le modèle (*training data*) en deux sous-ensembles, le premier pour développer le modèle, le second pour le tester. Une autre option est d'utiliser deux bases de données différentes pour développer et tester le modèle. Cette option est préférable mais les deux ensembles de données doivent être indépendants. Dans le cas de cette étude, on considère que les deux ensembles de données sont indépendants. L'évaluation de la performance du modèle se fait à l'aide de l'aire sous la courbe ROC (AUC). L'AUC est une mesure indépendante de précision de prédiction d'un modèle, couramment utilisée pour mesurer l'ajustement de modèles de type

présence/absence. Dans le cas de MaxEnt, la prédiction d'une présence est comparée à celle d'une prédiction au hasard, soit 0,5 et non à celle d'une absence.

Pour une évaluation intrinsèque du modèle, la zone sous la courbe (AUC) de la fonction d'efficacité du récepteur (Receiver Operating characteristic Curve ou ROC) fournit une seule mesure de rendement du modèle indépendante de tout choix particulier de seuil (Fielding et Bell, 1997). Un seuil de probabilité optimal au-dessus duquel on prédit la présence de l'espèce et en dessous duquel on prédit son absence a été défini par la méthode de la courbe ROC (Receiver Operating Curve). Cette méthode permet de transformer une probabilité continue en une variable binaire (présence ou absence) et ainsi de cartographier les secteurs où les conditions de milieu sont favorables à l'espèce. La courbe ROC a permis aussi de calculer l'AUC (Area Under the Curve), un indice évaluant la qualité globale du modèle indépendamment du seuil de probabilité choisi pour prédire les présences et les absences de l'espèce (Phillips *et al.*, 2006). Des valeurs d'AUC comprises entre 0,5 et 0,7 correspondent à des modèles mauvais à médiocre entre 0,7 et 0,8 à des modèles corrects et respectivement entre 0,8 et 0,9 puis 0,9 et 1 à de bons puis très bons modèles (Piedallu *et al.*, 2009, Wembou *et al.*, 2017). Dans le cadre de cette thèse, il a été généré 5 répliques pour produire des estimations robustes des performances du modèle.

✓ **Scénarii climatiques utilisés pour la modélisation de la niche écologique de *H. cristata***

Dans le cadre de cette thèse, l'incertitude autour de la modélisation du climat est prise en compte. Les projections futures ont été modélisées sous deux scénarii de changements climatiques, un scénario moyen (RCP4.5) et un scénario sévère (RCP8.5) pour considérer l'évolution du climat sous les différents développements de scénarii économiques et sociétaux envisageables. Enfin, l'incertitude liée aux différentes techniques de modélisation incluses dans le modèle d'ensemble a été mesurée par le coefficient de variation des projections des modèles permettant ainsi de confronter aux projections une carte d'incertitude.

Les projections des variables climatiques sont désormais calibrées sur les derniers scénarii RCP (*Representative Concentration Pathway*) du GIEC (IPCC, 2013). Des améliorations substantielles sont également attendues au niveau de la résolution des variables d'occupation des sols qui seront désormais aussi projetées selon les scénarii RCP (Stehfest *et al.*, 2014 ; Monnet, 2014). En effet, dans le cinquième rapport d'évaluation du GIEC, les scénarii SRES (*Special Report on Emissions Scenarios*) ont été remplacés par une nouvelle série de scénario: les Profils Représentatifs d'évolution de Concentration (RCP, *Representative Concentration Pathways* en anglais). Une nouvelle méthodologie a en effet été mise en place pour permettre une meilleure réactivité des actions stratégiques d'atténuation des émissions anthropiques futures de gaz à effets de serre via des scénarii qui représentent toute une

gamme de politiques climatiques pour le XXI^e siècle. Quatre scénarii dits représentatifs ont été sélectionnés parmi un ensemble plus large de scénarii possibles en fonction d'objectifs concernant le forçage radiatif total en 2100 par rapport à 1750 :

- ✓ RCP2.6 pic à environ 3 W/m² avant 2100 puis déclin
- ✓ RCP4.5 stabilisation à environ 4,5 W/m² après 2100
- ✓ RCP6.0 stabilisation à environ 6,0 W/m² après 2100
- ✓ RCP8.5 > à 8,5 W/m² en 2100 puis croissance encore pendant un certain temps.

Le forçage radiatif (en W/m²) est un changement du bilan radiatif (au sommet de la troposphère) dû à un changement d'un des facteurs d'évolution du climat comme la concentration des gaz à effet de serre. Ces quatre scénarii incluent ainsi un scénario d'atténuation (RCP2.6) conduisant à un niveau de forçage très bas, deux scénarii de stabilisation (RCP4.5 et RCP6.0) et un scénario aux émissions de gaz à effet de serre très élevées (RCP8.5). Aucune probabilité ne leur est associée, ils sont considérés comme plausibles et explicatifs. En effet, le scénario RCP8.5, correspondant à un scénario sans politique climatique, ce qui signifie un futur sans changement de politique pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Le scénario RCP4.5, correspondant à un scénario avec politiques climatiques visant à stabiliser les concentrations en CO₂. Le nombre qui suit l'acronyme RCP est le forçage radiatif pour l'année 2100 en Watt par mètre carré. Les RCP sont établis à partir de combinaison de modèles qui intègrent des éléments économiques, démographiques, énergétiques et climatologiques. On parle de profil d'évolution pour souligner le fait qu'on ne s'intéresse pas seulement aux niveaux de concentration atteints à long terme mais aussi à la trajectoire suivie pour parvenir à ce résultat.

3.7.3. Cartographie et analyse spatiale des habitats favorables (actuel et futur) de *H. cristata*

Afin de préparer les données pour le logiciel MaxEnt, il a été utilisé le logiciel ArcGis 10.4 avec l'extension Spatial Analyst. Les données environnementales ont été obtenues sous le format Raster. Ces données ont été transformées en fichiers ASCII à l'aide de l'extension *convect* (from raster to ascii) du logiciel de cartographie ArcGis 10.4, format requis pour MaxEnt.

Les résultats de modélisation produits par MaxEnt ont été importés dans ArcGIS 10.4 pour cartographier les habitats favorables à l'espèce pour les conditions climatiques actuelles. L'étendue de chaque type d'habitat sous les conditions climatiques présentes a été estimée à partir du nombre de pixels occupés par chaque type d'habitat. Chaque pixel a une surface de 1 km². Toutes les variables environnementales testées ont été rééchantillonnées à une résolution de 1 ha, en projection WGS 84. Les rasters se présentent sous la forme d'un fichier asc (Arc/Info ASCII Grid).

En résumé, la distribution et l'abondance du porc-épic à crête ont été appréhendées à l'aide des indices de présence relevés dans les différents habitats. La caractérisation de l'habitat a été effectuée par le calcul de plusieurs indices. Les divers rapports qu'entretiennent les groupes socio-culturels de l'aire d'étude avec l'espèce sont étudiés sur la base de la documentation existante, des enquêtes ethnozoologiques à l'aide des outils de collecte préconçus à cet effet et des techniques diverses (observations directes et indirectes). Les informations sur les habitudes alimentaires ont été recueillies à base d'une enquête pour recueillir des données sur les types de plantes et les parties consommées. Les facteurs prédictifs de la distribution sont étudiés par la régression logistique sous MaxEnt. Les différents résultats issus de la mise en œuvre de ces différents protocoles (méthodes) sont exposés et discutés dans la deuxième partie. En premier lieu, il a été traité les fréquences d'observations des indices de présence pour les différents types d'habitat. Ensuite, le calcul de certains indices et la réalisation des tests statistiques (comparaison, signification, etc.) ont été faits.

Conclusion partielle

Les porcs-épics se retrouvent dans deux familles: la famille des Hystricidés qui comprend les porcs-épics de l'Ancien Monde qui se répartissent à travers l'Afrique, l'Asie et l'Europe méridionale et la famille des Erethizontidés (les porcs-épics du Nouveau Monde) présents sur le continent américain (nord-américain). Sur les 11 espèces d'hystricidés, regroupées en 3 genres (*Atherurus*, *Hystrix* et *Trichys*), 3 espèces (*Atherurus africanus*, *Hystrix africaeaustralis* et *Hystrix cristata*) sont signalées présentes en Afrique selon la bibliographie. Le genre *Hystrix* contient 8 des 11 espèces et possède une large répartition africaine et asiatique. La description bibliographique des espèces de porcs-épics a permis de savoir que deux espèces (*Hystrix cristata* et *Atherurus africanus*) sont présentes au Bénin.

La quasi-totalité de la superficie des deux réserves de biosphère (Pendjari et W) peut être considérée comme une formation savannicole avec quelques forêts claires, denses décidues et galeries forestières. Elles renferment une diversité d'espèces animales (mammifères, primates, rongeurs, oiseaux, reptiles, etc.). Les écosystèmes de ces réserves qui constituent le milieu de vie des populations du porc-épic à crête sont de plus en plus convoités par l'homme de par sa population galopante, ses activités agricoles et d'aménagement qui fragmentent ces milieux et rendent vulnérable l'espèce. La méthode appliquée à la présente étude est fondée sur les observations directe et indirecte (recensement des indices de présence de l'espèce et des indices humains de menaces, des éléments nutritifs) en milieu réel, les enquêtes au sein des populations riveraines réalisées par les entretiens individuels et le questionnaire. Les informations recueillies sont relatives aux usages de l'espèce et les menaces. L'ensemble des

indices de présence observés au cours des parcours sont notés et enregistrés au moyen de GPS, le type d'indice, l'état des fèces, le type d'habitat, la position topographique sont aussi notés. Les entretiens portaient sur les différentes utilisations de l'espèce, les organes utilisés, les maladies et symptômes traités, les organes utilisés, la perception des populations riveraines sur l'état des populations du porc-épic à crête et les menaces. La méthode d'expression des résultats (traitement des données et analyse des résultats) a été effectuée par les fréquences d'occurrence relative des indices de présence et d'apparition des items dans le régime alimentaire et les citations des usages et menaces. La variance à un facteur (ANOVA) ainsi que le test non paramétrique de Kruskal-Wallis ont été utilisés pour la comparaison des différents jeux de données. Ces tests ont permis de déterminer si les variations des indices ou des valeurs calculés sont significatives.

DEUXIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE 4 : CARACTERISTIQUES ECOLOGIQUES DE *H. CRISTATA* ET PREDICTION DES HABITATS FAVORABLES

Dans ce chapitre, les résultats obtenus, issus des campagnes de collecte réalisées au cours de cette thèse sont présentés. Il s'agit des résultats relatifs aux caractéristiques écologiques des sites dans lesquels se retrouve le porc-épic à crête (*Hystrix cristata*) dans les réserves de biosphère concernées et ceux du modèle de prédiction relatif à la présence/absence des populations de *H. cristata*. La composition du régime alimentaire y est également présentée.

4.1. Localisation des indices de présence et habitats utilisés par le porc-épic à crête

Dans la zone d'étude et durant les visites, les porcs-épics à crête (à travers les indices) ont été observés principalement dans 4 emplacements qu'on nomme ici habitat. La fréquence d'observations dans les différents habitats n'est pas homogène. Les fréquences d'observations des indices et la distribution du porc-épic à crête dans différents habitats sont présentées à la figure 10.

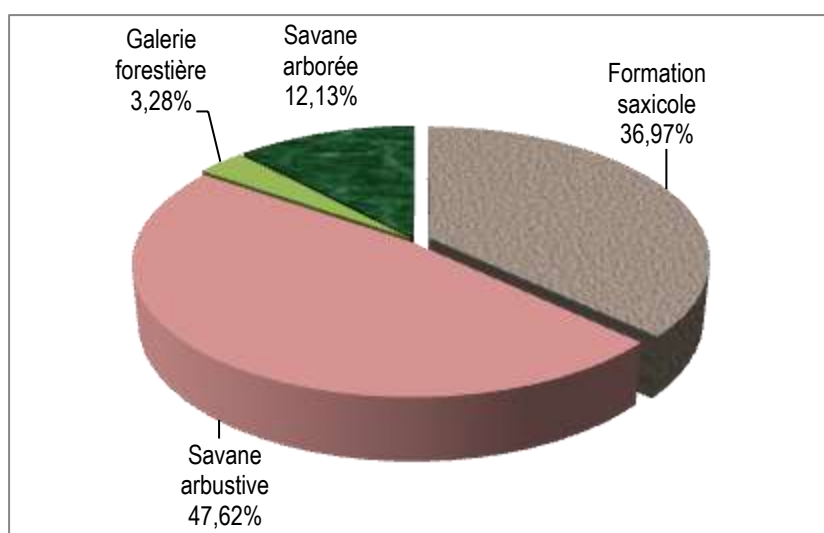


Figure 10: Abondance des indices de présence par types d'habitat

Source : Résultats des travaux de terrain, 2015, 2016 et 2017.

Il ressort de l'analyse de la figure 10 que 47,62 % des observations des porcs-épics à crête se concentrent dans les savanes arbustives. Elles sont suivies des formations saxicoles, c'est-à-dire des formations végétales sur affleurement rocheux (36,97 %), des savanes arborées (12,13 %) et galeries forestières (3,28 %). La préférence du porc-épic à crête diffère significativement suivant les habitats (test de Kruskal-Wallis: $p = 0,002$). Les milieux avec présence de pierres (formation saxicole ou formation végétale avec un substrat pierreux ou caillouteux) et de savanes arbustives ressortent comme les milieux les plus riches avec respectivement des taux d'observations des indices les plus élevés.

Il est constaté à la suite des résultats de la figure 10 présentant la fréquence relative des indices de présence par type d'habitats que certains habitats concentrent plus d'indices que d'autres. Il est établi la relation entre la répartition générale des différents habitats (milieux) disponibles et ceux préférés par le porc-épic à crête, ceci à l'aide de l'indice de Jacobs dont les résultats sont présentés sur la figure 11. Afin de mieux tester la différence entre la répartition générale de l'espèce en fonction des habitats disponibles et ceux fréquentés par le porc-épic à crête.

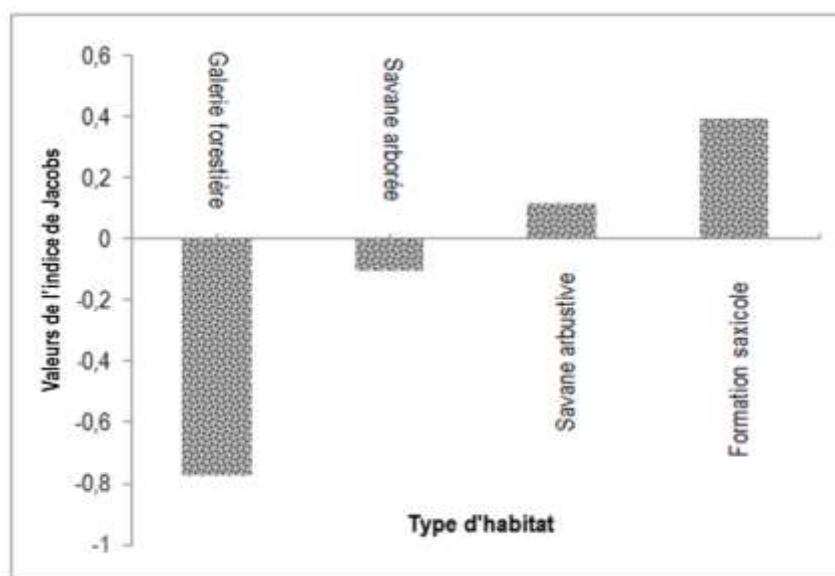


Figure 11: Valeurs de l'indice de Jacobs

Source : Résultats des traitements des données, 2017 et 2018

Il ressort de la figure 11 présentant les résultats de l'indice de préférence d'habitat (indice de Jacobs) calculé afin de déterminer l'habitat le plus préféré par l'espèce, que les formations saxicoles et les savanes arbustives ont des valeurs positives, respectivement 0,39 et 0,12. Par contre, les savanes arborées (-0,10) et les galeries forestières (-0,77) notamment sont évitées par l'espèce. Dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin, deux types d'habitats présentent un indice de Jacobs positif: formations saxicoles et savanes arbustives. Il s'agit des habitats très recherchés par l'espèce pour habitat et alimentation. Les porcs-épics à crête ne dédaignent pas non plus les galeries forestières et savanes arborées. Les localisations enregistrées dans les végétations des forêts galeries et savanes arborées correspondent à des sorties pour la recherche de nourriture et d'abreuvement. L'ensemble des résultats montre que les porcs-épics à crête préfèrent établir leurs abris dans des biotopes rocheux et fréquenter les formations moins fermées (savanes). La sélection de l'habitat est donnée avec la représentation graphique de son domaine vital et de ses localisations sur la carte de végétation (figure 12).

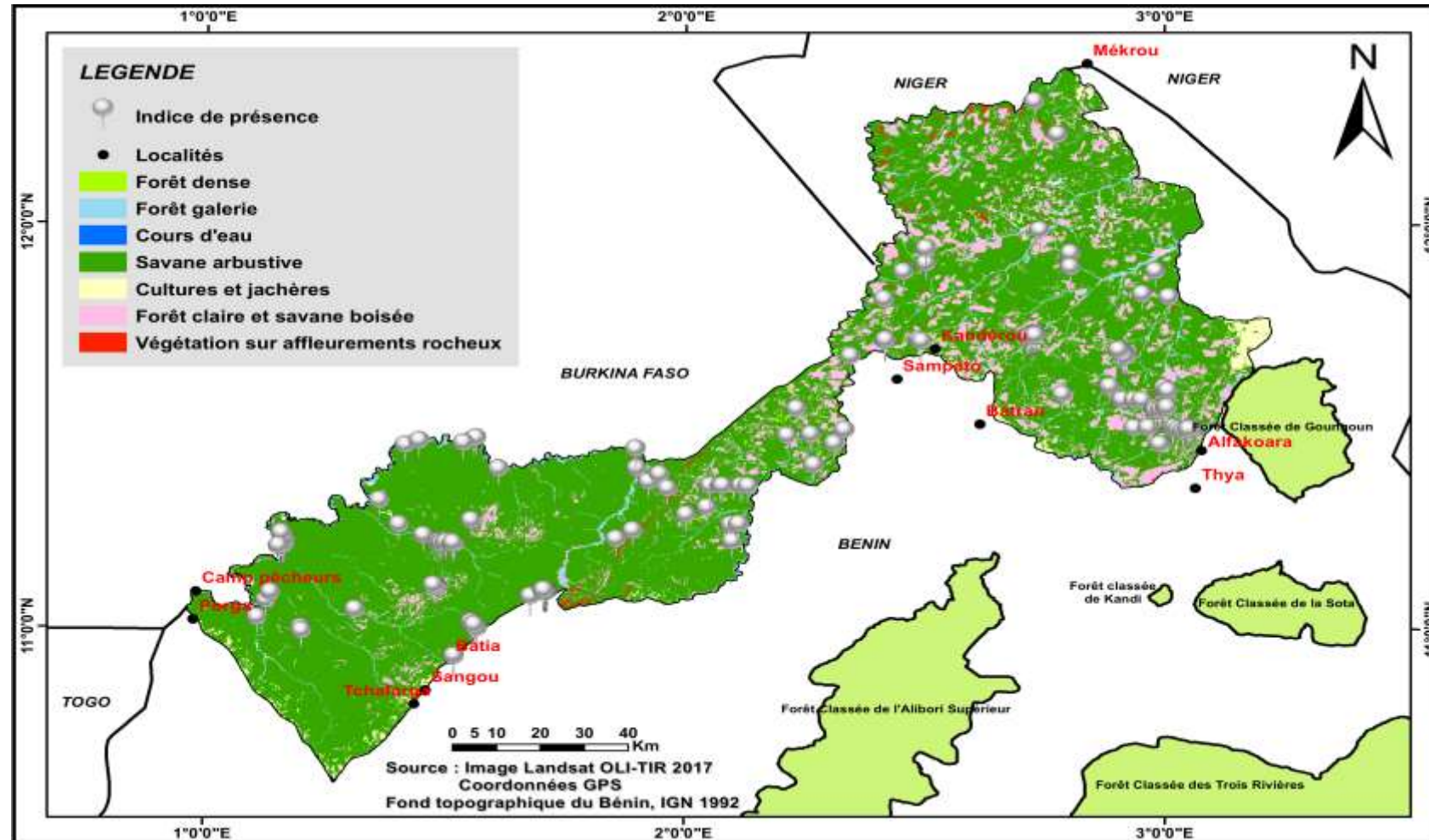


Figure 12: Carte de distribution des indices de présence de *Hystrix cristata* et types d'habitats

Source : Travaux de laboratoire, 2017 et 2018

La figure 12 montre la représentation de l'aire de répartition des porcs-épics à crête en superposition aux différentes unités paysagères des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin. Les points blancs aux contours cendres représentent les points de présence du porc-épic à crête. Le code de couleur représente les classes d'habitat et les éléments d'occupation du sol. Les points noirs représentent le nom des localités. En effet, les savanes arbustives et les savanes arborées constituent les types d'habitats les plus représentatifs, suivies des galeries forestières et végétations sur affleurement rocheux. Les types d'habitats préférés par le porc-épic à crête sont notamment les savanes arbustives et les formations sur affleurement rocheux. On y retrouve aussi de galeries forestières et savanes arborées qui sont de moins en moins fréquentées par l'espèce.

4.1.1. Sélection de l'habitat

4.1.1.1. Intensité des indices dans les habitats et espèces végétales

La figure 13 présente l'importance relative des indices de présence animale suivant les types d'observation. Il ressort que plus de 99 % des observations sont de type indirect.

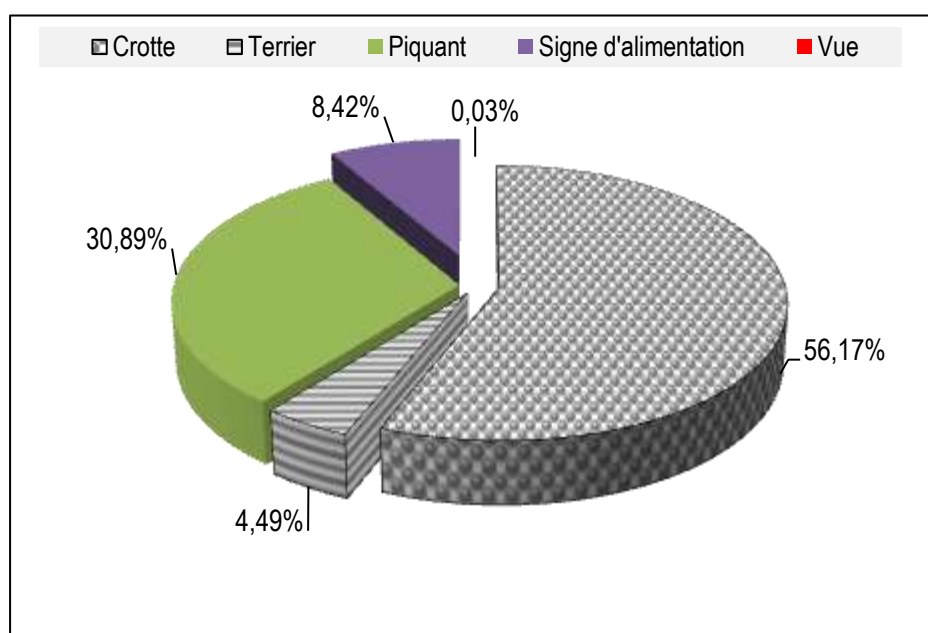


Figure 13: Importance relative des indices de présence de *Hystrix cristata* dans l'aire d'étude

Source : Résultats des travaux de terrain, 2015, 2016 et 2017.

Il ressort de l'analyse de la figure 13 que, les crottes (56,17 %) ont constitué plus de la moitié des indices de présence de l'espèce observées dans les aires protégées du Bénin, suivies des piquants (30,86 %), des signes d'alimentation (8,42 %) et des terriers (4,49 %). Les visualisations représentent moins de 1% (0,03%) des observations et ne sont que des observations effectuées lors des tournées nocturnes.

Il faut remarquer que de l'ensemble des résultats, les indices de présence sont essentiellement constitués des crottes (fèces), des piquants, des terriers, des couloirs (pistes de passage) et des empreintes récentes. Ainsi, la réserve de biosphère du W du Bénin est la plus abondante en indice de présence du porc-épic à crête (59,36 % des observations et ICK = 9,22), contre 40,64 % des observations et ICK = 2,72 pour la Pendjari. Ceci s'expliquerait par le fait que la réserve de biosphère du W du Bénin présente des conditions et habitats favorables à la survie du porc-épic à crête: habitat idéalement alternés (imbriqués) entre eux: buisson, couvert végétal, éléments pierreux, zones rocheuses... La planche 7 montre les différents indicateurs (indices de présence) qui démontrent la présence tangible de l'espèce dans l'aire d'étude.



Planche 7: Indices de présence de *Hystrix cristata* : terrier (a); reste d'aliment (b); piquant (c); fèces (d)

Prise de vue : Mouzoun, décembre 2015 et janvier 2016

Les photos de la planche 7 montrent quelques indices de présence de l'espèce. D'autres indices de présence (grattages, indices de recherche d'aliments, couloir de passage, empreintes) ont été également notés. Ces divers types d'observations de l'animal ont, dans la mesure du possible, été combinés afin d'obtenir une bonne certitude quant à la présence de l'espèce dans l'aire d'étude.

4.1.1.2. Densité des indices de *Hystrix cristata* en fonction des espèces alimentaires

Pour les données relatives à la présence du porc-épic à crête dans un milieu, il est apparu que la présence de l'espèce dans un habitat est parfois influencée par la disponibilité de ressources

alimentaires. La corrélation entre l'abondance moyenne des indices et la ressource alimentaire montre que 11 espèces végétales déterminent sa présence dans le milieu. Sur la figure 14, on peut voir le rapport entre le nombre de points où les espèces ligneuses consommées sont présentes et le nombre de points où on trouve des indices du porc-épic à crête.

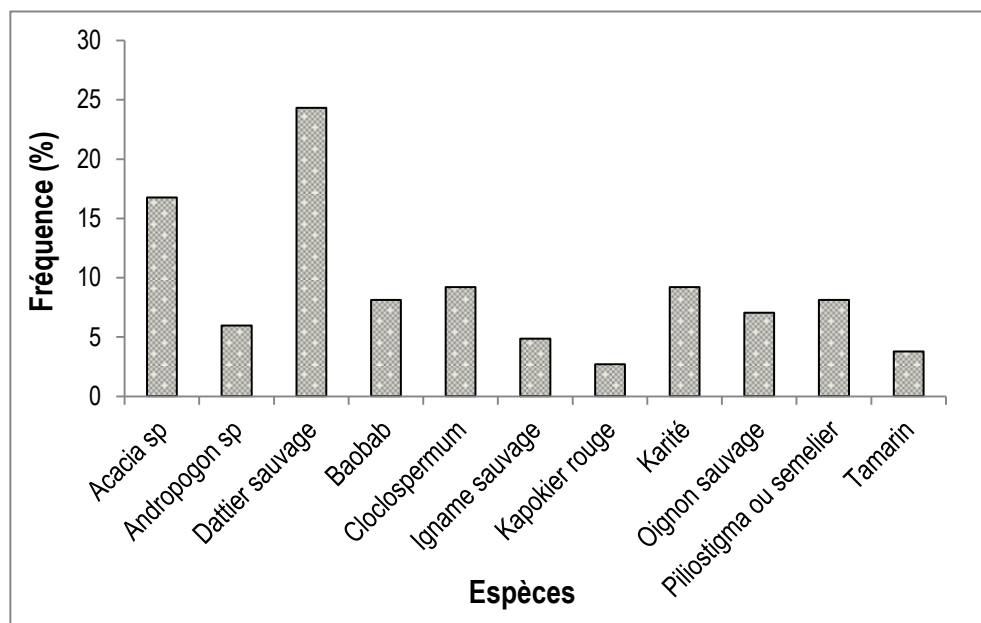


Figure 14: Fréquence d'observation des indices de *Hystrix cristata* en fonction des essences ligneuses

Source : Résultats des travaux de terrain, 2015, 2016 et 2017.

Il est constaté d'après la figure 14 que la présence d'indices de présence du porc-épic à crête est fortement influencée par les ressources alimentaires. La tendance des densités des indices du porc-épic à crête dans l'aire d'étude fait apparaître que les espèces montrant le plus grand nombre d'indice sont le dattier sauvage (24,32 % des observations), l'acacia (16,76 %), le cochlospermum à teinture (9,19 %), le karité (9,19 %), le baobab (8,11 %) et dans une certaine mesure le tamarin (3,78 %) et le kapokier rouge (2,70 %). Ces 11 espèces sont identifiées sur le terrain à travers les restes d'aliment soit dans les terriers soit sur les lieux d'alimentation. Les espèces végétales consommées par les porcs-épics à crête pouvant varier dans une certaine mesure (observations personnelles sur le terrain). On peut penser que la composition floristique du milieu n'influe que peu sur la présence de l'espèce. Par contre, la physionomie végétale peut être un facteur plus déterminant.

4.1.1.3. Répartition des indices en fonction de l'altitude

La corrélation entre l'abondance moyenne des indices du porc-épic à crête et l'altitude limitée aux seules observations réalisées, ne montrent pas de différences significatives (test de Kruskal-Wallis : $p = 0,392$). Toutefois, il est constaté qu'entre 150 et 250 m d'altitude, le nombre d'indices (fèces, piquant)

augmente rapidement (figure 15). Ainsi, 92,36 % des observations se localisent entre les altitudes de 150 et 300 m. Seulement 1,64 % des localisations des indices se trouvaient à une altitude supérieure à 300 m.

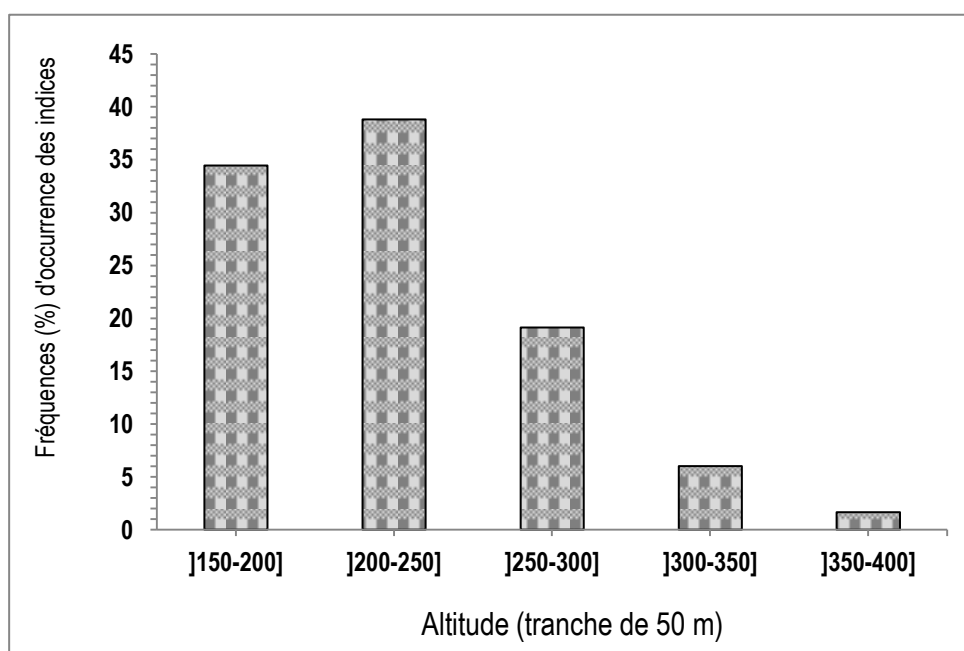


Figure 15: Répartition des indices de *Hystrix cristata* en fonction de l'altitude

Source : Résultats des travaux de terrain, 2015, 2016 et 2017.

L'altitude des sites de localisation des indices varie de 151 m à 354 m. On peut remarquer que les faibles observations sont enregistrées aux altitudes comprises entre 300 et 400 m et les plus élevées entre les altitudes 150-300 m. Ainsi, l'altitude ne semble pas en tant que tel jouer un rôle prépondérant dans la présence de l'espèce. Par contre, il est sans doute que la pluviométrie peut être un facteur déterminant de la présence de l'espèce dans l'aire d'étude. Finalement, l'altitude des localisations diffèrait à l'intérieur du domaine vital de l'espèce que constituent les réserves de biosphère étudiées. Il a été remarqué que 74,08 % des terriers observés se trouvent entre 250 m et 350 m d'altitude et 25,92 % entre 150 et 250 m.

Afin de mieux appréhender la répartition des indices de présence de *H. cristata* suivant l'altitude, il a été procédé à une répartition de l'occurrence des types d'indices en fonction des altitudes. Les résultats sont représentés par la figure 16 et ne concernent que les crottes, les terriers et les piquants.

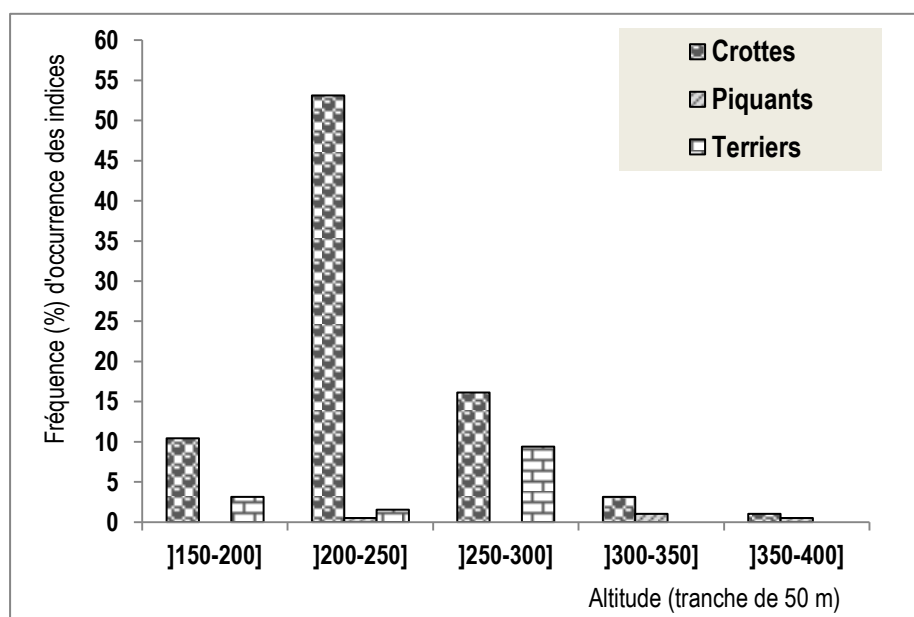


Figure 16 : Distribution de l'occurrence des indices de *Hystrix cristata* en fonction de l'altitude

Source : Résultats des travaux de terrain, 2015, 2016 et 2017.

Il ressort de la figure 16 qu'entre 200 et 250 m d'altitude, les crottes sont plus représentées (53,13 %) par contre les terriers sont plus représentés aux altitudes comprises entre 250 et 300 m. L'abondance des terriers à ces altitudes pourrait s'expliquer par le fait qu'à cette altitude l'animal se sent plus en sécurité, car cette serait plus difficilement accessible aux hommes (braconniers) constituent les premiers prédateurs du porc-épic à crête dans l'aire d'étude. Il faut remarquer qu'aux altitudes comprises entre 300 et 400 m, les terriers sont absents, de même les autres indices (crottes et piquants) sont rares. En effet, entre 300 et 350 m d'altitude, les crottes représentent 3,13 contre 1,04 % pour les piquants. Au-delà de ces altitudes les piquants deviennent de plus rares et représentent 0,52 % contre 1,04 % pour les crottes.

La répartition spatiale des localisations d'indices de présence du porc-épic à crête en fonction des altitudes est représentée par la carte de distribution spatiale (figure 17).

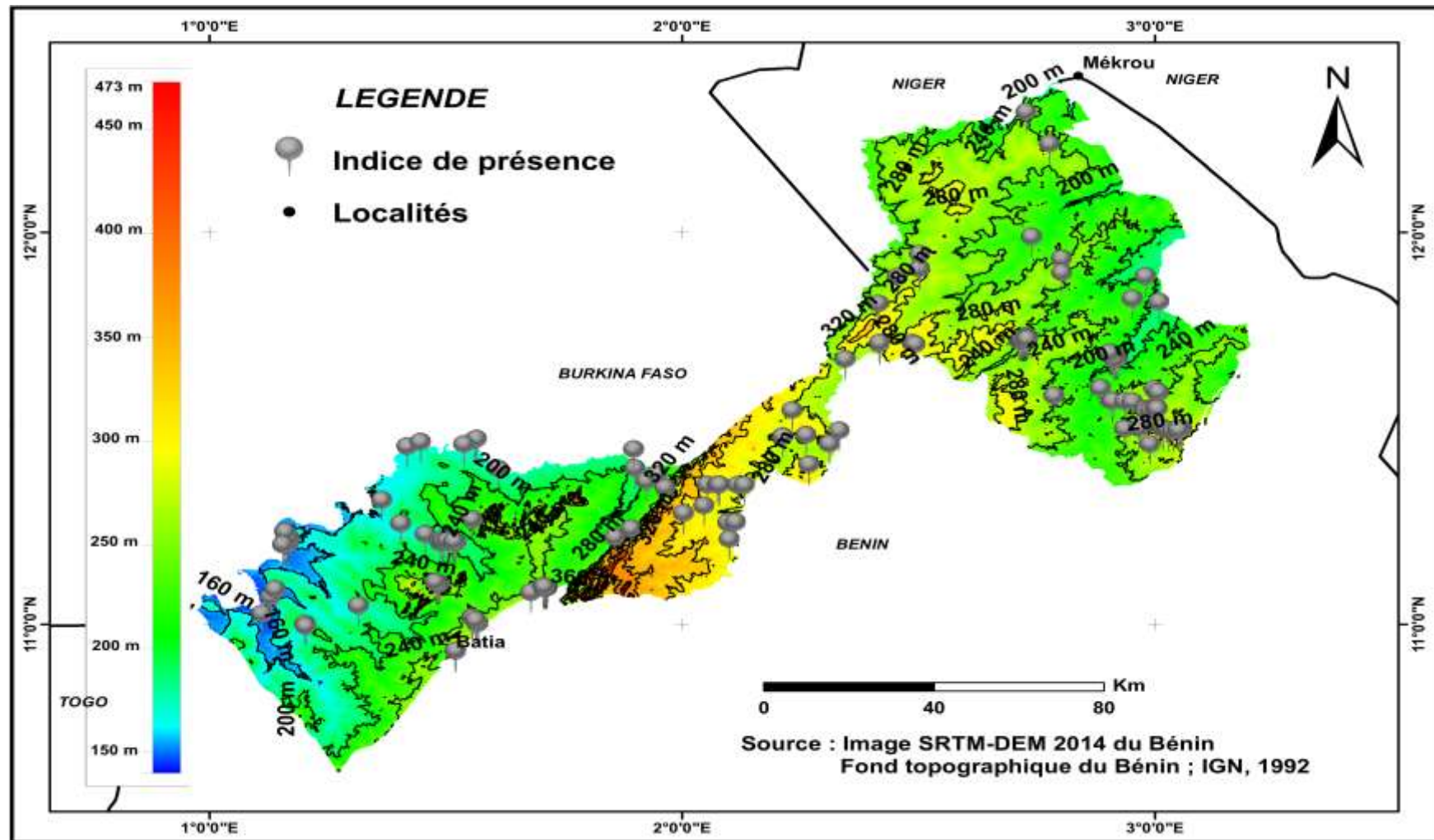


Figure 17: Carte de répartition spatiale des indices de *Hystrix cristata* en fonction des altitudes

Source : Travaux de laboratoire, 2017 et 2018.

La figure 17 présente la densité des indices suivant les altitudes dans l'aire d'étude (rouge : 370-473 m d'altitude ; jaune : 280-369 m ; 190-270 m ; bleu : 100-189 m). Il est observé sur cette figure que les localisations se concentrent entre les altitudes comprises entre 100 et 300 m. Les localisations sont presque absentes aux altitudes 500 et 600 m, ce qui signifie que ces altitudes sont évitées par l'espèce. Cela traduit que l'espèce évite l'exposition et préfère des habitats de camouflage.

4.1.2. Abondance relative des porcs-épics à crête dans l'aire d'étude

L'estimation de l'abondance relative de *H. cristata* a été appréciée grâce au calcul du taux de rencontre (indice de comptage kilométrique, ICK). L'indice est déterminé sur la base du type d'observation privilégié au cours de ces travaux. Ce taux de rencontre moyen a été de 2,85 indices/km en considérant l'ensemble des transects. La plus grande valeur 0,61 était obtenue sur les transects de la réserve de biosphère du W et la valeur minimale de zéro était obtenue sur les transects de la réserve de biosphère de la Pendjari. La réserve de biosphère transfrontalière du W-Bénin serait plus favorable aux populations du porc-épic à crête car elle semble présenter des caractéristiques essentielles du biotope optimal pour l'espèce. Toutefois, ces valeurs doivent être prises avec circonspection car elles ne traduisent pas forcément la réalité. On relève plus l'abondance de crottes, suivis respectivement par les piquants et les signes d'alimentation. Les terriers sont très rares.

Les porcs-épics à crête sont connus pour abriter des biotopes rocheux, leur présence est attestée par des amas de fèces, de piquants facilement identifiables qu'ils déposent à l'entrée des terriers ou des trous sous rochers leur servant d'abri (planche 8).

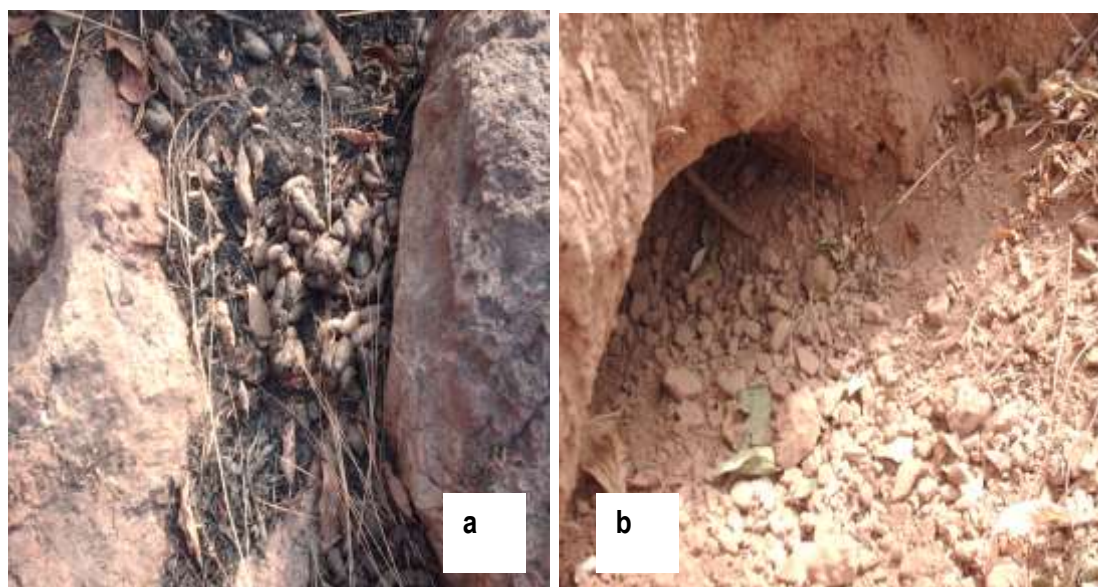


Planche 8: Amas de fèces déposés entre de gros rocheux (a) et terrier sur sol rocailleux (b)

Prise de vue : Mouzoun, janvier 2016

La planche 8 montre d'une part les lieux où sont déposés les indices de présence du porc-épic à crête, petites crottes (a) et le type de sol sur lequel il installe son terrier (b). Il est remarqué que les crottes sont plus abondantes dans les milieux rocheux, de même que les trous servant d'abri.

Il semble bien que le type de sol joue un rôle appréciable dans le choix de l'habitat (observations personnelles et déclaration des enquêtés). En effet, il a été impossible de relier les localisations des indices de présence du porc-épic à crête à un type de sol préférentiel. Toutefois, les observations faites pendant la durée de l'étude font constater que 90 % des abris se situent dans des milieux rocheux. La présence du porc-épic à crête dans les habitats où il n'existe pas de rocheux montre que ces habitats sont surtout intéressants pour les porcs-épics à crête dans la mesure où ils procurent des abris potentiels et fournissent des ressources alimentaires. Egalement, il n'a pu être établi la pente du terrain afin de déterminer la position réelle (haut, mi ou bas) où se situent les abris (surtout les terriers) sur la pente.

4.2. Profil général du régime alimentaire de *Hystrix cristata* dans l'aire d'étude

Avant d'aborder la composition du régime alimentaire, il est présenté les résultats des enquêtes sur les milieux où les populations locales retrouvent les porcs-épics à crête ou ses indices. La connaissance de l'habitat du porc-épic à crête est nécessaire dans la mesure où il sert d'abri et fournissant de ressources alimentaires. Il en ressort que les milieux rocheux ou accidentés (collines et ses alentours) sont les plus cités (78 %) par les populations enquêtées.

L'estimation qualitative du régime alimentaire du porc-épic à crête est produite à titre indicatif. L'évaluation des quantités de matières fraîches (végétales) ingérées par l'espèce n'est pas faite car l'analyse microscopique des fèces n'a pas été réalisée dans le cadre de cette étude. Cependant, le régime alimentaire (en qualité de matière fraîche) du porc-épic à crête est exprimé par parties consommées (fruit, racine, graine, bulbe, etc.) rapportées aux espèces végétales supports.

4.2.1. Espèces végétales consommées et différentes parties concernées

Selon les résultats, 26 espèces de plantes différentes sont consommées par les porcs-épics à crête. En saison sèche, ce nombre se réduit encore et la part des feuilles diminue, la disponibilité des fruits augmente. Ainsi, les porcs-épics à crête accroissent leur consommation de fruits, de racines, de tubercules et surtout les fruits de *Balanites aegyptiaca*, de *Vitellaria paradoxa*, de *Tamarindus indica*, de *Adansonia digitata*, des racines de *Cochlospermum tentorium*. Les fruits restent préférés à toutes autres sources de nourriture. Les espèces végétales (26 espèces) sont réparties en 22 familles dont les plus représentatives étaient les Dioscoreaceae (12 %), les Cucurbitaceae et les Euphorbiaceae (8 %) comme le montre la figure 18.

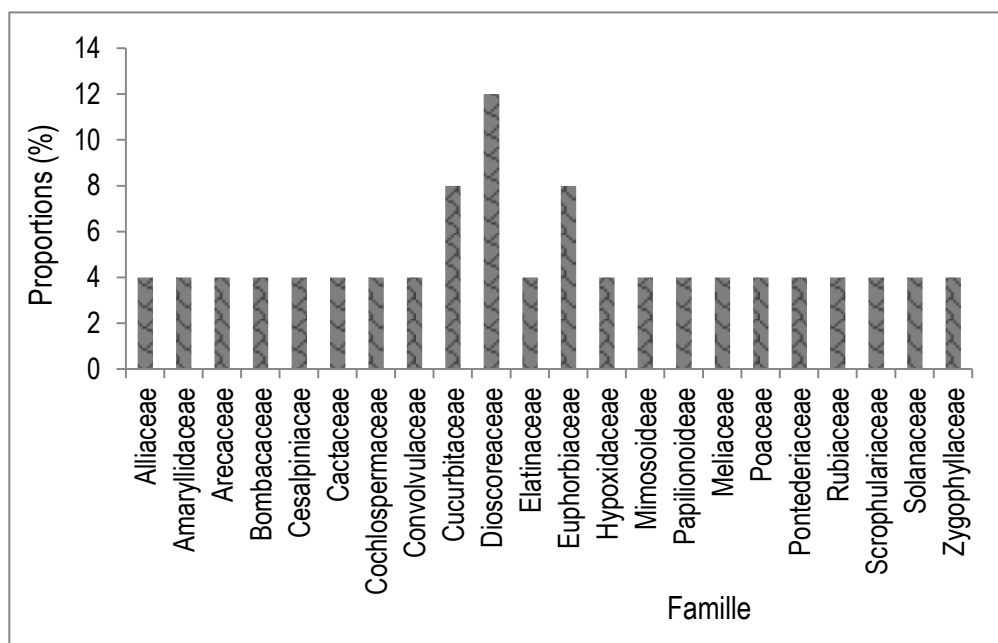


Figure 18: Proportions des différentes familles de plantes consommées par *Hystrix cristata*

Source : Résultats d'enquêtes et travaux de laboratoire, 2015, 2016 et 2017.

L'examen de la figure 18 fait observer que trois familles sont les plus représentées. Il s'agit des familles Dioscoreaceae, Cucurbitaceae et Euphorbiaceae. Les autres familles (18) sont faiblement représentées avec une représentativité de 4 % chacune : Alliaceae, Amaryllidaceae, Arecaceae, Bombacaceae, Cactaceae, Cesalpiniaceae, Cochlospermaceae, Convolvulaceae, Elatinaceae, Hypoxidaceae, Mimosoideae, Papilionoideae, Meliaceae, Poaceae, Pontederiaceae, Rubiaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae et Zygophyllaceae. Les espèces les plus consommées sont *Cochlospermum tinctorium*, *Balanites aegyptiaca*, *Cucurbita pepo* et *Dioscorea abyssinica* qui constituaient 33,33 % du régime alimentaire annuel auxquelles s'étaient ajoutées les espèces comme *Ipomoea babatas*, *Citrullus lanatus*, *Albizia zygia*, *Dioscorea rotundata*, *Diospyros mespiliformis*, *Vitellaria paradoxa*, etc. Les diverses espèces végétales consommées par les porcs-épics à crête observées en milieu naturel à travers les restes d'aliments et mentionnées par les populations sont consignées dans le tableau 5.

Tableau 5: Plantes, familles et parties consommées par *Hystrix cristata*

Nom français	Nom scientifique	Famille	Parties consommée
Baobab	<i>Adansonia digitata</i>	Bombacaceae	Fruit
Onion ou oignon	<i>Allium cepa</i>	Alliaceae	Bulbe
Andropogon	<i>Andropogon sp</i>	Poaceae	Racine
Dattier sauvage	<i>Balanites aegyptiaca</i>	Zygophyllaceae	Fruit
Melon d'eau ou pastèque	<i>Citrullus lanatus</i>	Cucurbitaceae	Fruit / graine
Cochlospermum à teinture	<i>Cochlospermum tinctorium</i>	Cochlospermacée	Racine
	<i>Crinum nubicum</i>	Amaryllidaceae	Racine
Citrouille, courge	<i>Cucurbita pepo</i>	Cucurbitaceae	Graine
Manioc de lièvre	<i>Curculigo pilosa</i>	Hypoxidaceae	Bulbe
Igname sauvage	<i>Dioscorea abyssinica</i>	Dioscoreaceae	Tubercule
Igname ronde	<i>Dioscorea dumetorum</i>	Dioscoreaceae	Tubercule
Igname de Guinée	<i>Dioscorea rotundata</i>	Dioscoreaceae	Tubercule
Goyavier du singe	<i>Diospyros mespiliformis</i>	Elatinaceae	Fruit
Néré des éléphants	<i>Entada africana</i>	Mimosoideae	Graine
Balan des savanes	<i>Flueggea virosa</i>	Euphorbiaceae	Bulbe
Patate douce	<i>Ipomoea babatas</i>	Convolvulaceae	Tubercule
Caïlcédrat	<i>Khaya senegalensis</i>	Meliaceae	Fruit
Tamarin ou tamarinier	<i>Tamarindus indica</i>	Cesalpiniaceae	Fruit
Manioc	<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae	Tubercule
Pomme raquette	<i>Opuntia dillenii</i>	Cactaceae	Bulbe
Dattier des marais	<i>Phoenix reclinata</i>	Arecaceae	Fruit
Pêcher de Guinée	<i>Sarcocephalus latifolius</i>	Rubiaceae	Fruit
Pomme de terre	<i>Solanum tuberosum</i>	Solanaceae	Fruit
Haricot sauvage	<i>Vigna reticulata.</i>	Papilionoideae	Graine
Karité	<i>Vitellaria paradoxa</i>	Scrophulariaceae	Fruit
Maïs	<i>Zea mays</i>	Pontederiaceae	Graine

Source : Résultats d'enquêtes et travaux de laboratoire, 2015, 2016 et 2017.

Il ressort du tableau 5 que les porcs-épics à crête se nourrissent aussi des espèces cultivées telles que maïs, pastèque, patate douce, oignon, etc. Cependant, les principales espèces végétales sauvages constituant les ressources alimentaires existantes dans la zone des réserves de biosphère du Bénin (Pendjari et W du Bénin) sont entre autres: les capsules de *Adansonia digitata* (pains de singe de baobab), les drupes de *Diospyros mespiliformis*, de *Balanites aegyptiaca*, de *Vitellaria paradoxa*, etc. y compris leurs amandes. La consommation des parties nourricières n'est donc pas corrélée (statistiquement) à leur disponibilité générale mais à la disponibilité de certaines espèces. La planche 9 de photos montre quelques espèces sauvages consommées par le porc-épic à crête.



Planche 9: Exemples d'espèces végétales consommées par les porcs-épics à crête dans l'aire d'étude: pied de *B. aegyptiaca* (b); fruits non mûrs de *Vitellaria paradoxa* (c); *Cochlospermum tintorium* en fleur (d)

Prise de vue : Mouzoun, décembre 2016

Les photos de la planche 9 montrent des exemples d'espèces végétales consommées par les porcs-épics à crête identifiées dans l'aire d'étude. Il est à faire remarquer que pour certaines espèces végétales, le porc-épic à crête entre en compétition avec les hommes. Dans le cas d'espèce, il s'agit entre autres de *Vitellaria paradoxa* (photo c) ; de *Cochlospermum tintorium* (photo d) qui sont souvent exploitées par les populations riveraines. Le *Cochlospermum tintorium* est utilisée dans la cuisine comme tomate en période de sécheresse et quant à *Vitellaria paradoxa*, le fruit est consommé crue (croqué) et aussi utilisé dans la production de l'huile ou de beurre de karité. L'évaluation de la connaissance des plantes appréciées par le porc-épic à crête auprès des enquêtés fait apparaître une différence dans les fréquences de citation des espèces (figure 19).

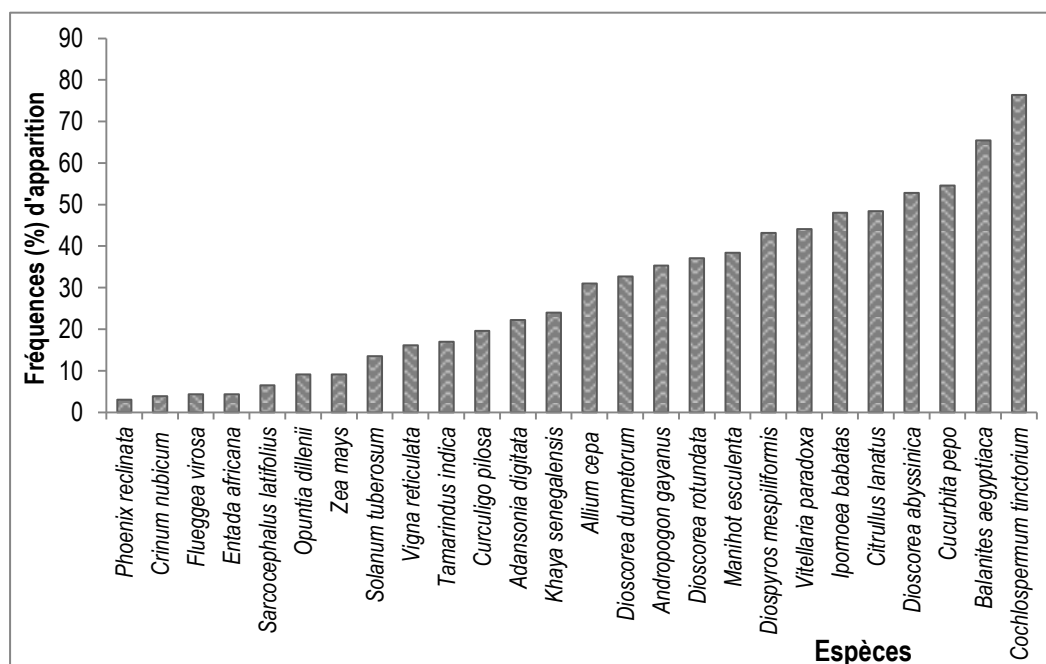


Figure 19: Proportions relatives des espèces végétales dans le régime alimentaire de *H. cristata*

Source : Résultats d'enquêtes et travaux de laboratoire, 2015, 2016 et 2017.

L'examen de la figure 19 fait observer que *Cochlospermum tinctorium* (76,42 %) est l'espèce la plus citée par les populations, suivie de *Balanites aegyptiaca* (65,5 %), *Cucurbita pepo* (54,58 %), *Dioscorea abyssinica* (52,84 %), *Ipomoea babatas* (48,03 %), *Vitellaria paradoxa* (44,1 %), *Diospyros mespiliformis* (43,23 %), *Manihot esculenta* (38,43 %), *Andropogon sp* (35,37 %), *Dioscorea dumetorum* (32,75 %), *Allium cepa* (31%), *Khaya senegalensis* (24,02 %), *Adansonia digitata* (22,27 %), *Curculigo pilosa* (19,65 %), *Vigna reticulata* (16,16 %), *Solanum tuberosum* (13,54 %), *Crinum nubicum* (3,93 %), *Phoenix reclinata* (3,057 %), *Opuntia dillenii* (9,17 %), *Flueggea virosa* (4,37 %), *Entada africana* (4,37 %), *Zea mays* (9,17 %) et *Sarcocephalus latifolius* (6,55 %). Le test statistique de Kruskal-Wallis utilisé est non significatif ($p = 0,462$) malgré des différences importantes dans les résultats obtenus. Ceci peut s'expliquer par la taille trop faible des personnes ayant mentionnées les différentes plantes appréciées et l'importance des variations obtenues. Ce régime comportait une diversité d'items à savoir les fruits, les graines, les tubercules appartenant à plusieurs espèces végétales. La valeur de l'indice de diversité calculé en considérant l'ensemble des espèces végétales consommées est de 4,29 indiquant ainsi un régime alimentaire très diversifié pour le porc-épic à crête.

Les porcs-épics à crête sont également ostéophages car 11,75 % des enquêtés ont mentionné que l'espèce ronge parfois les os surtout en période de pénurie des plantes (saison sèche). Il est observé sur le terrain des os à l'entrée et dans les terriers du porc-épic à crête (photo 5). L'ingestion des os mentionnée par les populations et observée en milieu naturel en est un autre aspect.

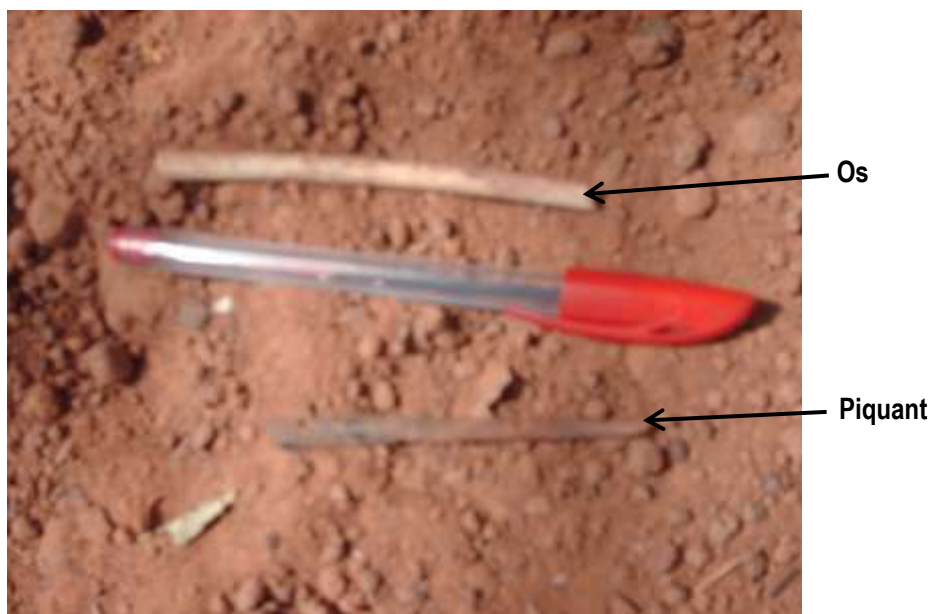


Photo 5: Os dans un terrier de *Hystrix cristata*

Source: Mouzoun, 2016.

Il est observé sur la photo 5 un os retrouvé dans le terrier d'un porc-épic à crête ce qui prouve que les porcs-épics à crête rongent les os afin de se procurer des protéines.

4.2.2. Analyse de la niche trophique

L'indice de Levins standardisé a permis de mesurer l'étendue de la niche trophique du porc-épic à crête. Le porc-épic à crête présente une niche alimentaire de plus petite taille ($B' = 0,04$) caractéristique d'un régime alimentaire majoritairement composé de certaines espèces préférentielles composant son régime à laquelle peut être associée une large diversité d'espèces alternatives consommées dans de faibles proportions. Le régime alimentaire varié du porc-épic à crête illustre sa souplesse d'adaptation.

4.3. Modélisation de la niche fondamentale du porc-épic à crête (*Hystrix cristata*)

4.3.1. Evaluation et validation du modèle

La modélisation de niche écologique est un outil très pratique pour estimer l'aire de distribution d'espèces dont la probabilité de détection est faible comme le porc-épic à crête. L'évaluation des aires sous les courbes de sensibilité ROC (Receiver Operating Characteristic) couplée à un calcul d'AUC a permis de comparer les prédictions de probabilité de présence obtenues via MaxEnt avec une prédiction aléatoire (figure 20).

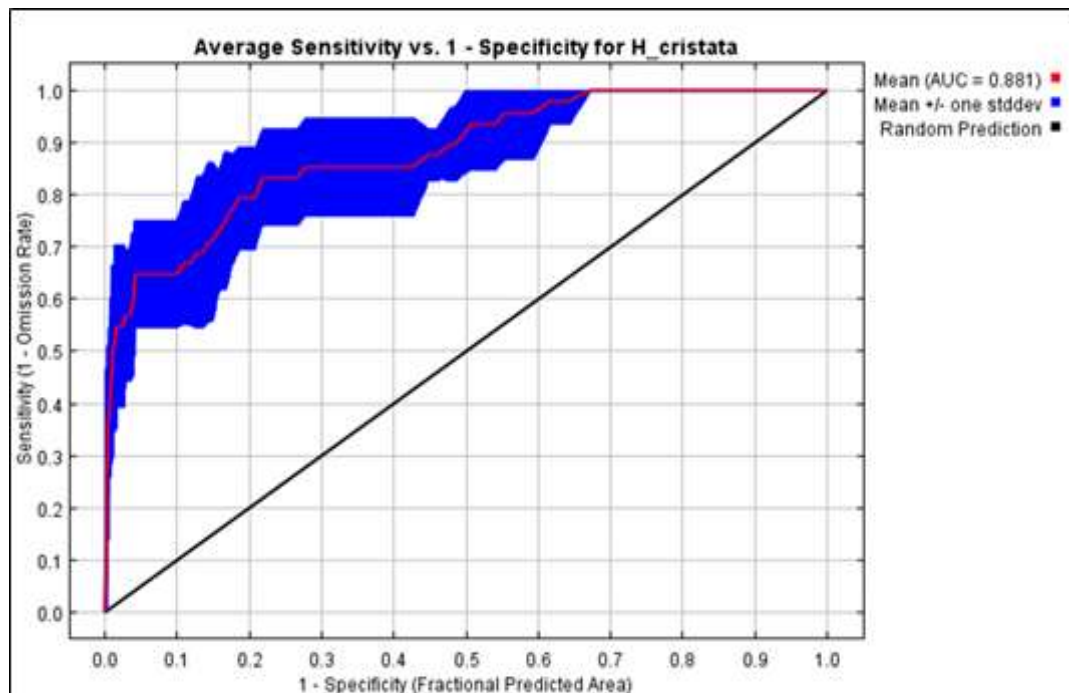


Figure 20: Courbes ROC obtenues

Source : Résultats de travaux de laboratoire, 2017 et 2018

La courbe ROC (Roc curve) donnant une valeur AUC (area under curve) montre la performance de la classification, c'est-à-dire qu'un point de la carte propice à la présence du porc-épic à crête, selon les différentes variables environnementales. La droite noire correspond à une prédiction aléatoire tandis que la courbe rouge indique la prédiction réalisée à partir des données introduites. On considère qu'un modèle est bon lorsqu'il a une AUC > 0,80 et qu'il est très bon lorsqu'elle est > 0,90. L'AUC obtenue pour le modèle employé dans cette thèse est de 0,881 et la déviation standard est de 0,055. La valeur de l'AUC est nettement supérieure à la valeur admise pour une bonne performance des modèles qui est fixée à 0,80. La comparaison de la moyenne de l'AUC en se basant sur l'échelle de performance des modèles en termes d'AUC montre que dans l'ensemble, les prédictions sont bonnes pour valider le modèle.

Le tableau 6 donne l'estimation des contributions relatives des différentes variables environnementales dans le modèle. Plus le pourcentage de contribution est élevé, plus la variable est importante par rapport aux autres dans la modélisation des zones propices au porc-épic à crête.

Tableau 6 : Pourcentages de contribution de chaque variable environnementale au modèle

Code Variable	Contribution des variables (%)	Permutation importance
Soil	72,3	96,7
Bio_12	13,3	1,4
NDVI	12	1,4
Bio_11	1,8	0,3
miaq	0,2	0,1
Bio_14	0,1	0,2
Pet	0,1	0,1
mi	0,1	0,2
Alt	0,1	0
Bio_2	0	0
Bio_13	0	0
mimq	0	0

Source : Résultats de travaux de laboratoire, 2017

A la lecture du tableau 6, on aperçoit que le sol (type de sol), la précipitation annuelle (bio_12) et l'indice normalisé de la végétation ou NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) apparaissent comme étant les variables les plus importantes par rapport aux autres dans cette modélisation. En effet la variable sol a défini le modèle avec une large contribution (72,3 %), suivies des variables bio12 et l'indice normalisé de la végétation (NDVI) qui défini le modèle avec des contributions respectives de 13,3 % et de 12 %. A l'inverse les pourcentages les plus bas sont attribués à l'indice d'humidité, à l'évapotranspiration potentielle, à la précipitation de la période la plus sèche et à l'altitude.

Sur les 26 variables écologiques (19 bioclimatiques, l'altitude, l'indice de végétation, l'évapotranspiration potentielle, l'indice d'humidité et quart, l'indice d'humidité et quart humide, l'indice d'humidité annuel et les sols) testées par l'analyse des corrélations et le test de Jackknife, 12 se sont révélées les moins corrélées ($r < 0,75$) et ont été retenues pour la modélisation (figure 21). La courbe montre la réponse moyenne des 5 réplicas (en rouge), de la moyenne (bleu foncé) et un écart-type (bleu clair).

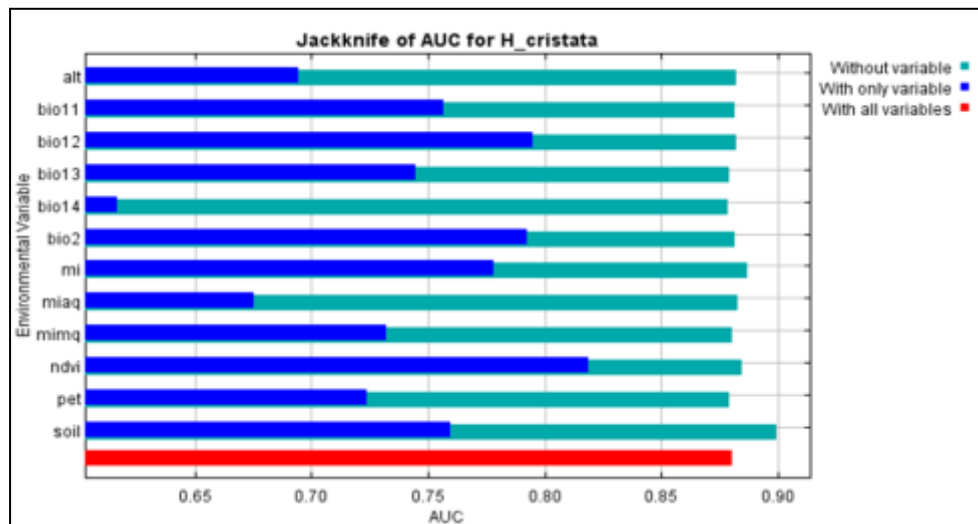


Figure 21: Test de Jackknife sur la contribution des variables sélectionnées pour prédire les habitats

Source : Résultats de travaux de laboratoire, 2017

Sur la figure 21, on peut voir que la probabilité de présence du porc-épic à crête est plus corrélée avec le type d'habitat (NDVI : indice de végétation) (82 %), les précipitations annuelles (bio_12) (79 %), écart diurne moyen (bio_2) (78 %). Au contraire, dans cette même modélisation, la probabilité de trouver des porcs-épics à crête diminue fortement avec les précipitations de la période la plus sèche (bio_14) (25 %), de l'indice d'humidité et quart (miaq) (67 %) et de l'altitude (68 %).

La procédure jackknife démontre que la variable qui a le plus haut gain lorsqu'elle est utilisée seule et le plus faible lorsqu'elle est exclue du modèle est le sol (figure 22).

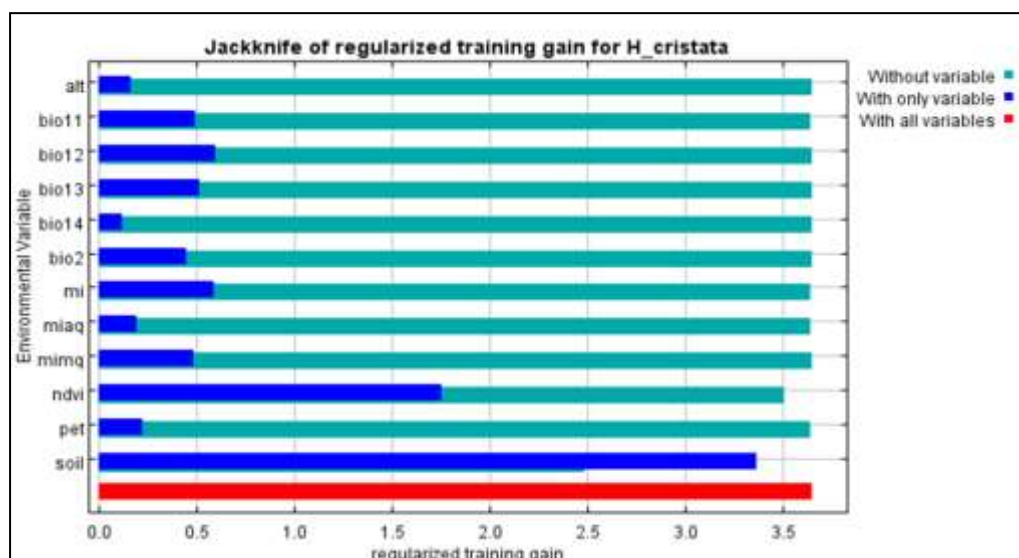


Figure 22: Performance des variables environnementales avec la procédure de Jackknife pour obtenir le meilleur modèle

Source : Résultats de travaux de laboratoire, 2017.

La figure 22 présente la courbe de réponse pour les variables environnementales utilisées pour la modélisation. Elle donne la probabilité de présence du porc-épic à crête pour chaque variable. La variable environnementale avec une plus grande importance après le sol est l'indice normalisé de la végétation (NDVI), la précipitation annuelle et l'indice d'humidité annuel. La précipitation de la période la plus sèche et l'altitude sont les variables qui génèrent le moins de gain lorsqu'elle est utilisée seule. Par contre, c'est le sol qui induit la plus grande perte de gain lorsqu'elle est exclue du modèle final.

4.3.2. Distribution et étendue des habitats favorables (actuel et futur) du porc-épic à crête

La modélisation de l'habitat potentiellement favorable du porc-épic à crête donne une valeur qui indique la spécialisation de l'espèce par rapport à la combinaison de variables utilisées. La carte de probabilité de présence de l'espèce a été réalisée en fonction des variables corrélées. Cette probabilité a permis de mettre en évidence les habitats *à priori* favorables à l'espèce dans l'ensemble de l'aire d'étude. Deux cartes prédictives de la présence des porcs-épics à crête sont disponibles à la suite des modélisations à base des deux scénarii (4.5 et 8.5). La figure 23 montre la distribution actuelle des habitats favorables au porc-épic à crête à l'échelle des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin.

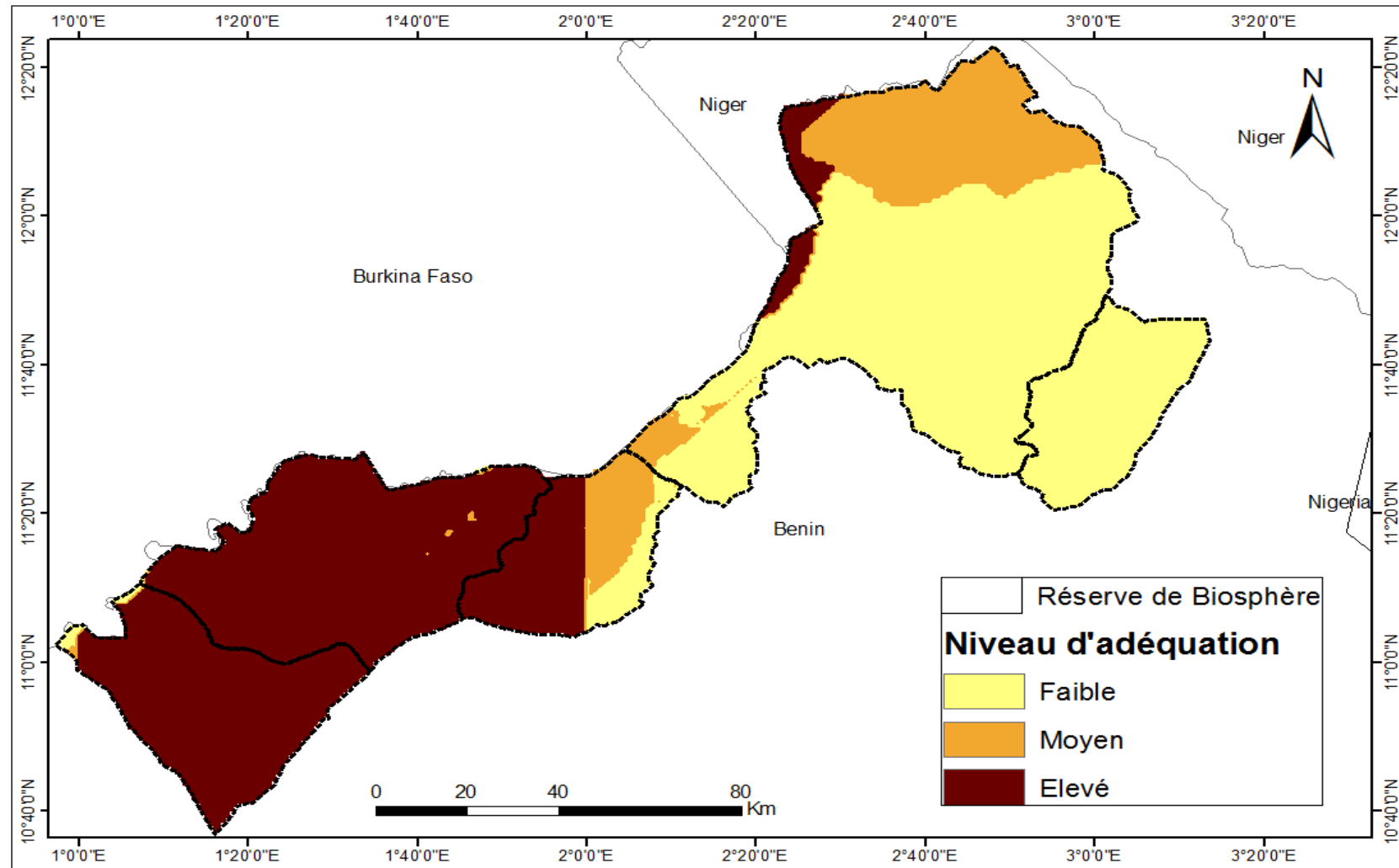


Figure 23: Carte de la probabilité de présence actuelle des habitats favorables de *H. cristata* dans l'aire d'étude

Source : Résultats de travaux de laboratoire, 2017 et 2018

La couleur exprime un indice de qualité de l'habitat et les couleurs chaudes correspondant aux habitats les plus favorables. Les zones grisées correspondent à des secteurs dont la favorabilité est surévaluée par le modèle. Ainsi, la partie sud (réserve de la Pendjari) de l'aire d'étude constitue un vaste ensemble dont les habitats sont éminemment favorables au porc-épic à crête, les secteurs savanicoles de moyenne à haute altitude présentant le meilleur indice de qualité. L'extrémité nord-ouest de la réserve du W ressort également comme une zone des secteurs favorables au porc-épic à crête, probablement en raison de la présence de savanes arbustives.

L'approche considère que toute cellule où l'espèce a été observée lui est favorable. Dans la pratique, il arrive que des individus soient observés dans des secteurs peu favorables. Suite aux deux modélisations basées sur le scénario 4.5 et le scénario 8.5, une carte prédictive de la niche écologique ou des habitats des porcs-épics à crête est disponible pour chacun d'eux. La figure 24 présente la carte de distribution des habitats potentiels favorables aux porcs-épics à crête selon le scénario RCP4.5. La qualité de l'habitat est dominée par la couleur de la localisation allant du rouge au vin (forte probabilité de présence) au jaune clair ou d'orange (faible probabilité de présence) en passant par jaune d'œuf (moyenne probabilité).

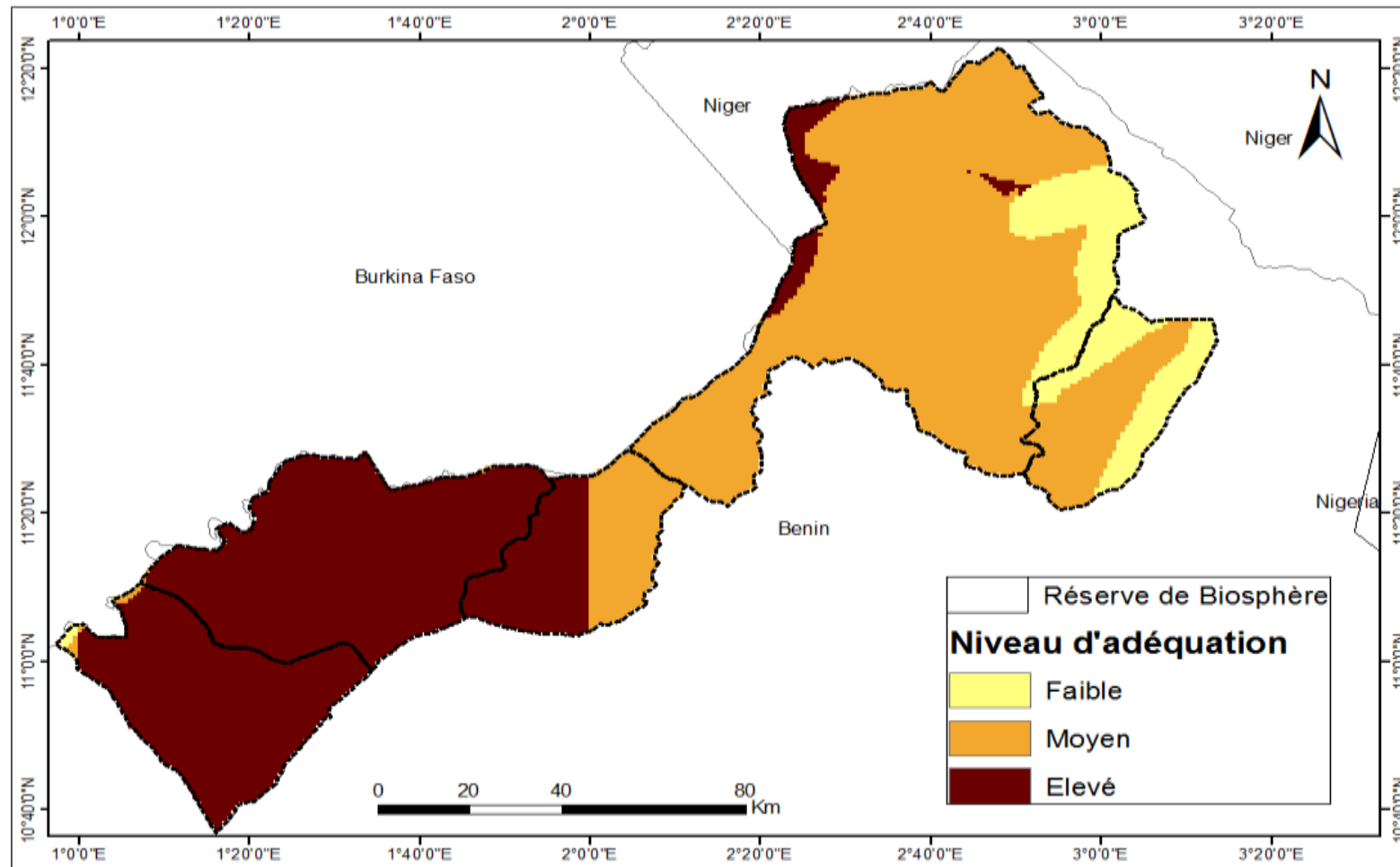


Figure 24: Carte prédictive des habitats favorables pour *H. cristata* à l'horizon 2055 (scénario 4.5)

Source : Résultats de travaux de laboratoire, 2017 et 2018

La carte prédictive de la modélisation des habitats du porc-épic à crête pour le scénario climatique 4.5 montre que la probabilité de présence est plus forte pour une grande partie de la réserve de biosphère de la Pendjari et dans une moindre mesure pour les secteurs nord-ouest et centre-ouest de la réserve de biosphère du W et plus moyennement la grande partie de la réserve du W. De plus, si l'on regarde plus en détail, il est noté qu'un regroupement particulier de zones évaluées par le modèle comme propices se trouvent au sud et au nord-ouest de l'aire d'étude. Elles correspondent surtout au terrain ouverts (savanes arbustives) et végétation sur affleurement rocheux. Il peut être aussi observé qu'une grande partie de la réserve de biosphère du W est considérée comme favorable à l'espèce. Les fréquences des probabilités de présence et des habitats favorables du porc-épic à crête dans l'aire d'étude sont illustrées par la figure 25 pour le scénario RCP8.5.

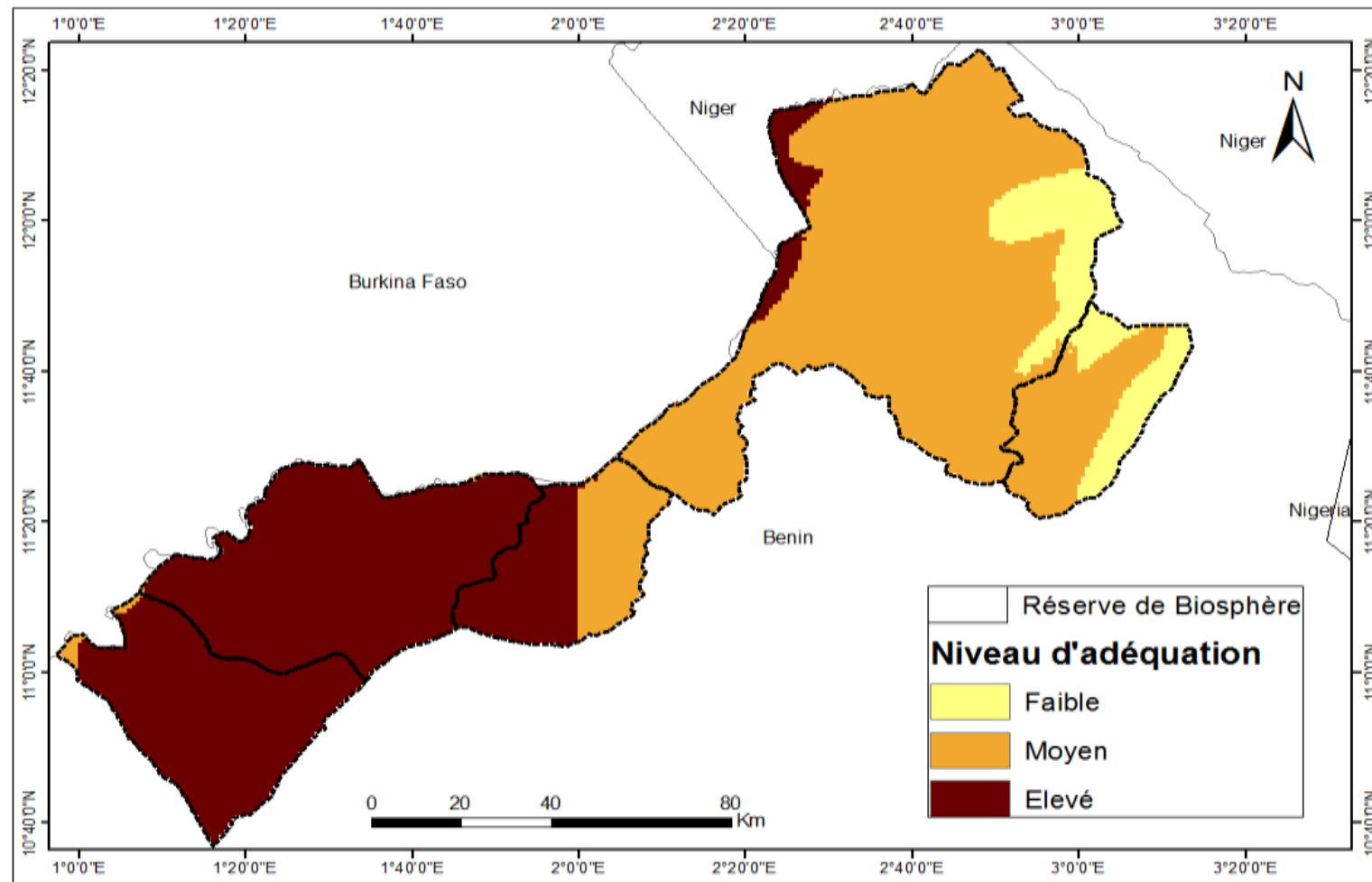


Figure 25: Carte prédictive des habitats favorables pour *H. cristata* à l'horizon 2055 (scénario 8.5)

Source : Résultats de travaux de laboratoire, 2017 et 2018

La carte prédictive de la modélisation de l'habitat des porcs-épics à crête pour le scénario 8.5 montre moins de zones où la probabilité de trouver des porcs-épics à crête est forte mais désigne toujours les mêmes grandes zones. A ces zones, il faut ajouter un autre ensemble de zones favorables dans la réserve de biosphère du W au niveau de la zone cynégétique de la Djona et la disparition de la zone de forte probabilité dans la réserve du W.

Les résultats de modélisation ont montré que sous les conditions climatiques actuelles, les habitats très favorables au porc-épic à crête se situent dans la zone de la réserve de la Pendjari et une petite portion au nord-ouest de la réserve du W-Bénin. Les secteurs les moins favorables (nord et sud-est) sont des milieux où l'on retrouve de grandes surfaces en eau (cours d'eau) et formation fermées (savanes arborées, galeries forestières). Il n'y a donc pas une répartition homogène des habitats favorables pour le porc-épic à crête sur la zone d'étude ce qui laisse penser que la sélection de l'habitat joue aussi un rôle dans la répartition des individus. De plus, cette hétérogénéité de la répartition des sites favorables est accentuée par les effets des changements climatiques. Des cartes des habitats potentiels du porc-épic à crête ou projection déterminées à partir du modèle de répartition du logiciel MaxEnt en 2055 a montré une évolution des zones très favorables à l'espèce au niveau de la réserve du W pour le scénario 4.5. Par contre, pour le scénario 8.5, il est observé une diminution des zones très favorables et faiblement favorables à l'espèce. De plus une augmentation des zones favorables (moyennement) a été également observée. Les habitats favorables à *H. cristata* occupent globalement toute l'étendue de la zone d'étude. Les résultats de la modélisation montrent qu'il existe trois sortes de zones (figure 23) : la zone des habitats peu favorables (notée faible en légende sur les figures), la zone des habitats relativement favorables (moyenne) et la zone des habitats très favorables (élevée). Ainsi on distingue :

- la zone des habitats peu favorables ($< 0,6$) située dans la partie centrale et nord précisément de la Réserve de Biosphère du W-Bénin. Cette zone couvre 43,27 % (6740 km²) de l'aire d'étude ;
- la zone des habitats relativement favorables à *H. cristata* (0,6-0,8) situés au niveau de la Réserve de Biosphère du W-Bénin (extrême nord et sud). Elle s'étend sur une superficie de 2315 km², soit 14,86 % de l'aire d'étude ;
- la zone des habitats très favorables à *H. cristata* ($> 0,8$) est principalement localisée dans la partie sud notamment dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari. Elle couvre 6520 km² soit 41,86 % de l'aire d'étude.

Pour les prédictions des habitats favorables à *H. cristata* à l'horizon 2055, on constate que pour le scénario RCP4.5, les habitats favorables à l'espèce couvrent 7621 km² soit 48,93 % de l'aire d'étude. Les habitats très favorables s'étendent sur une superficie de 6537 km² soit 41,97 % et les habitats peu

favorables à la conservation de l'espèce couvrent 1417 km² soit 10 % de l'aire d'étude. Les résultats de la prédiction des habitats favorables avec le scénario RCP8.5, montre que 49,12 % (7651 km²) sont favorables à la conservation de l'espèce, 41,79 % (6507 km²) de l'étendue de l'aire d'étude sont très favorables et 10 % (1417 km²) sont faiblement favorables. Les fréquences des probabilités de présence actuelle et future de *H. cristata* dans les aires protégées du Bénin (Pendjari et W-Bénin) sont illustrées par la figure 26.

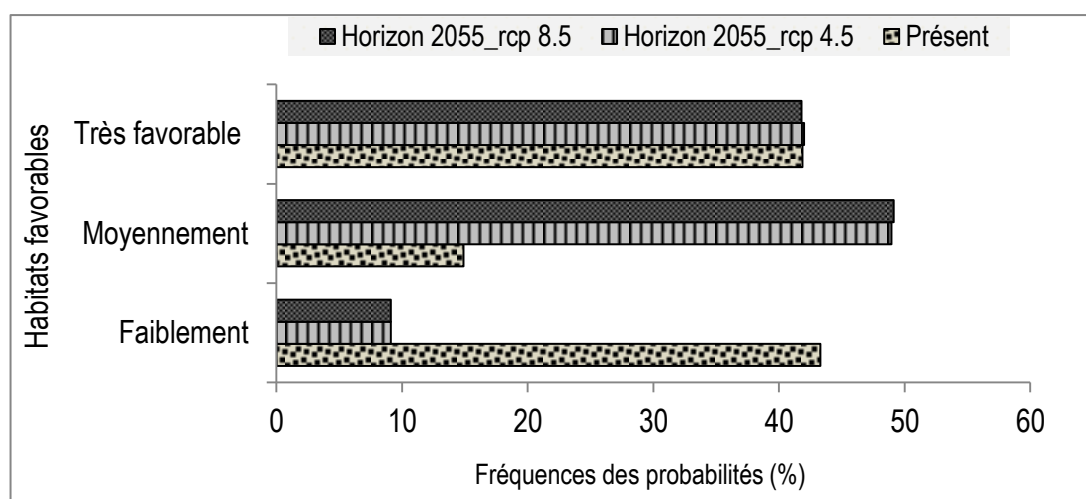


Figure 26: Comparaison des fréquences des probabilités de présence actuelle de *H. cristata* aux projections

Source : Résultats de travaux de laboratoire, 2017 et 2018

A l'observation de la figure 26, il est remarqué qu'actuellement, l'aire d'étude est globalement favorable à *H. cristata* avec 41,86 % d'aires très favorables et 14,86 % de zones favorables à la conservation de l'espèce. Les modélisations font remarquer l'augmentation de la taille et/ou de la qualité des habitats actuellement occupés par les porcs-épics à crêtes dans l'aire d'étude. En dehors de l'aire de distribution actuelle de porc-épic à crête, de nouveaux habitats pourraient devenir appropriés et ainsi convenir à l'espèce.

Dans une perspective 2055 et avec les deux scénarii de changement climatique testés, de nouveaux habitats potentiels conviendraient aux populations du porc-épic à crête. Environ 90 % de cet habitat futur approprié se situerait dans la réserve du W du Bénin, tandis que la réserve de la Pendjari auraient d'habitat approprié en moins (RCP8.5). Selon l'un ou l'autre des deux profils climatiques utilisés, les projections à l'horizon 2055, les habitats potentiels colonisables par *Hystrix cristata* connaîtraient une extension. En effet, les aires faiblement favorables à *H. cristata* dans le contexte présent connaîtront une régression de l'ordre de 79 % de sa superficie quelque soit le profil climatique au profit des aires potentiellement (moyennement et fortement) favorables. De même, les aires fortement favorables à la

survie de l'espèce connaîtront une progression de 0,26 % et de 0,72 % de leur superficie respectivement pour les profils climatiques RCP4.5 et RCP8.5.

Les résultats présentés dans ce chapitre ont un intérêt pour la conservation de la biodiversité car la description des sites prospectés montre que les porcs-épics à crête se trouvent surtout dans des savanes arbustives, des milieux rocheux mais ne dédaignent pas les forêts galeries et les savanes boisées ou arborées et forêts claires, ce qui traduit qu'ils ont la facilité d'adaptation et d'avoir une large gamme de réponses à un stress environnemental. Le régime alimentaire du porc-épic à crête est constitué de fruits, de graine, de baie, des racines, etc. et parfois l'espèce ronge des os. On remarque cependant que les espèces végétales prédominent et les espèces consommées par les porcs-épics à crête sont à la fois sauvages et des espèces cultivées. Les informations sur les aspects écologiques de l'espèce peuvent donc servir pour orienter des mesures de conservation. Certains résultats (prédiction de la répartition spatiale des habitats favorables à la survie de l'espèce) traduisent dans une extension des habitats favorables quel que soit le scénario même si des différences existent par rapport aux proportions. Des cartes des habitats prédits sont réalisées à partir de deux scénarii bioclimatiques (scénario 4.5 et scénario 8.5). Les résultats du scénario 4.5 montrent une évolution des zones très favorables et moyennement favorables au niveau des réserves de biosphère étudiées. Par contre, ceux du scénario 8.5 font observer une diminution des zones très favorables et faiblement favorables à l'espèce.

CHAPITRE 5 : CONNAISSANCES ENDOGENES SUR *H. CRISTATA* ET FORMES DE PRESSION DANS L'AIRE D'ETUDE

Les résultats exposés dans ce chapitre sont relatifs aux connaissances des populations riveraines sur le porc-épic à crête, sur les relations entre le porc-épic à crête et ces populations. Il est donc évalué les connaissances endogènes des populations sur les potentialités du porc-épic à crête dans l'aire d'étude. Les pressions et les menaces sur l'espèce dans l'aire d'étude y sont aussi présentées où l'espèce est exploitée pour diverses raisons.

5.1. Connaissances et utilisations de *Hystrix cristata* dans l'aire d'étude

5.1.1. Nomenclature locale du porc-épic à crête

Diverses appellations sont employées par les différents groupes ethniques autour des réserves de biosphère du Bénin (Pendjari et transfrontalière du W) pour désigner l'espèce. Le tableau 7 présente les désignations locales du porc-épic à crête par les groupes ethniques enquêtés.

Tableau 7: Désignations locales du porc-épic à crête par les groupes ethniques enquêtés

Ethnies	Désignation locale
Berba / Biali	<i>Sansi ou sanzi</i>
Gourmantché	<i>O'gnanan</i>
Waama	<i>Tissimbou</i>
Bariba	<i>Gounonsadou ou Gounonsinou</i>
Djerma	<i>Ham kargui</i>
Monkolé	<i>Koutiagou</i>
Peul	<i>Tchinda ou Tchanéa</i>
Mina	<i>Kpotowin</i>
Houassa	<i>Makaya</i>

Source : Résultats des travaux de terrain, 2015 et 2016.

A la lecture du tableau 7 on constate que neuf groupes socioculturels (ethnies) sont enquêtés dans l'aire d'étude et la désignation du porc-épic à crête ou le nom local varie d'un groupe socioculturel à un autre. Il est aussi noté que les groupes socioculturels Bariba ou Baatonou et Peul désignent l'animal de deux manières.

5.1.2. Utilisations de *Hystrix cristata* par les populations riveraines

Le porc-épic à crête (*Hystrix cristata*) dans l'aire d'étude sert dans l'alimentation humaine, quels que soient le groupe ethnique, le sexe. Il sert également dans la médecine africaine humaine et animale. Différentes parties de *Hystrix cristata* sont exploitées à des fins diverses par les groupes socioculturels du pays et singulièrement celle de l'aire d'étude. La présente étude distingue au total quatre types

d'usage. Il s'agit de l'usage alimentaire, thérapeutique (médicinal), ornemental et commercial (ici les informations reçues ont concerné en majorité les piquants) (figure 27).

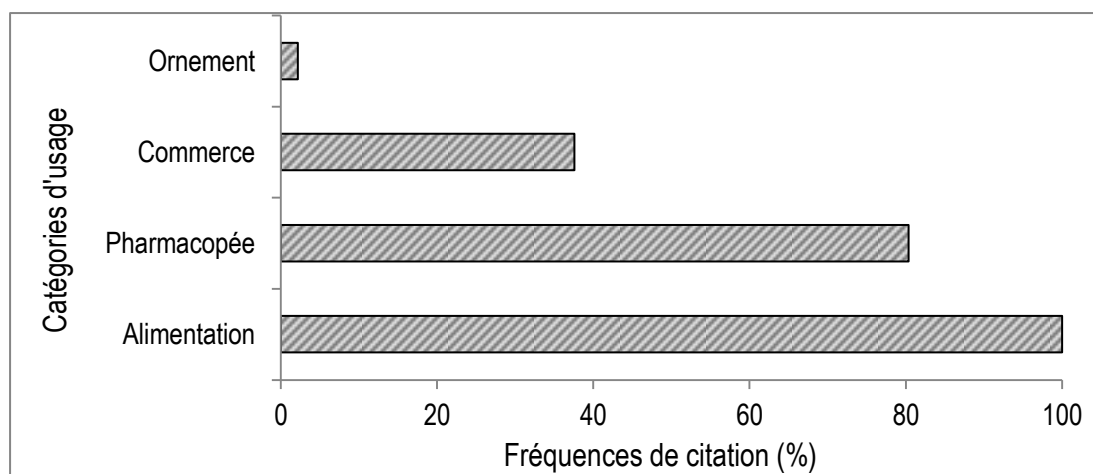


Figure 27: Fréquences des citations des usages au sein des 9 groupes ethniques

Source : Résultats des travaux de terrain, 2015, 2016 et 2017.

L'examen de la figure 27 indique que l'usage alimentaire est mentionné par tous les enquêtés (100 %), suivi de la pharmacopée ou médecine africaine (80,35 %). Le commerce et l'ornement sont faiblement cités et les valeurs de citations sont respectivement 37,55 % et 2,18 %.

La valeur d'usage totale de l'espèce (VU) obtenu est de 2,74. Les parties qui présentent les fréquences de citation (FC) les plus élevées sont : chair et peau (100 %), piquant (76,42 %), estomac (41,92 %), queue (18,78 %) et pattes (13,97 %). Le test statistique non paramétrique Kruskal-Wallis réalisé montre qu'il n'y a pas une différence significative ($p = 0,392$, $p > 0,05$). Mais, des différences significatives existent par rapport aux connaissances d'usage en fonction des domaines. Ainsi, la différence est significative pour le commerce ($p = 0,00$) mais elle n'est pas significative pour les usages en médecine africaine ($p = 0,45$). Les valeurs des fréquences de citation d'usage des organes (parties) qui permettent de mettre en évidence les organes ou parties les plus utilisé(e)s, toutes catégories confondues, sont présentées dans la figure 28.

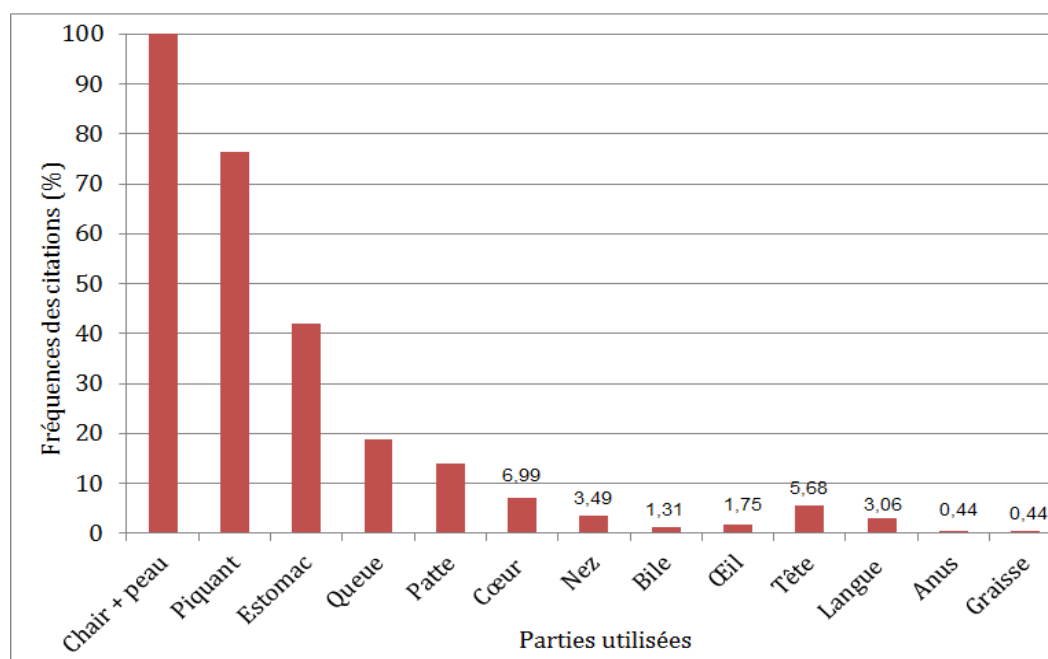


Figure 28: Parties utilisées et fréquences de citation

Source : Résultats d'enquêtes, 2015, 2016 et 2017.

On constate que les parties ou organes ayant obtenu des fréquences de citation les plus importantes sont dans l'ordre décroissant : chair + peau (viande), piquant, estomac, queue, patte. Par contre, les parties comme anus et graisse ont été très faiblement cités par les enquêtés. L'examen de la figure 26 fait observer que les organes ou parties qui présentent les fréquences de citation les plus élevées sont la chair et la peau (100 %), les piquants (76,4 %), l'estomac (41,9 %), la queue (18,8 %) et les pattes (14,0 %).

5.1.3. Facteurs de consensus des catégories d'usage et des parties utilisées

Les facteurs de consensus informateur pour les 4 catégories d'usage ont été calculés et consignés dans le tableau 8.

Tableau 8: Facteur de Consensus Informateur (FCI) par catégorie d'usage

Catégories d'usage	Citations d'usage	% des expressions d'usage	Nombre de partie (Nt)	FCI
Alimentation	260	100	8	1
Pharmacopée	138	60,26	13	0,60
Ornement	30	13,10	1	0,13
Commerce	55	24,02	2	0,24

Source : Résultats d'enquêtes, 2015, 2016 et 2017.

Les résultats (tableau 8) montrent qu'un large consensus se dégage autour de l'utilisation de l'espèce dans les quatre catégories d'usage identifiés. Le niveau de consensus est très élevé pour les catégories

d'utilisation alimentaire et de pharmacopée avec des valeurs respectives 1 et 0,60. La valeur de consensus obtenue est relativement faible pour le commerce (0,24) et l'ornement (0,13) ce qui peut s'expliquer par la diversité des enquêtés car certaines personnes n'ont pas une connaissance relative à l'usage ornemental et commercial de l'espèce ou des organes. En effet, la grande majorité des organes inventoriés par les populations (13 sur 14) est utilisée dans la pharmacopée (médecine africaine). Il apparaît également, à la lecture du tableau 8, que l'alimentation est le premier usage auquel est destiné le porc-épic à crête avec 100 % des expressions d'usage. Elle est suivie de la pharmacopée (60,26 %), du commerce (24,02 %) et enfin de l'ornement ou utilisation artisanale (13,10 %). Dans le tableau 9, les valeurs des fréquences de citation et du niveau de fidélité des 14 parties en fonction des domaines d'usage sont présentées.

Tableau 9: Fréquences et valeurs du niveau de fidélité des parties en fonction des catégories d'usage

Catégories d'usage	Parties utilisées	Fréquence de citation en %	Niveau de fidélité en %
Alimentaire	Chair + peau	100	28,91
	Graisse	14,41	4,17
Pharmacopée	Anus	0,32	0,13
	Bile	0,96	0,38
	Cœur	1,60	0,63
	Graisse	0,96	0,38
	Langue	0,96	0,38
	Nez	0,64	0,25
	Estomac	18,85	7,45
	Patte	4,15	1,64
	Peau	0,32	0,13
	Piquant	55,91	22,10
	Queue	12,46	4,92
	Tête	1,92	0,76
	Yeux	0,96	0,38
Ornement	Piquant	100	3,79
Commerce	Chair + peau (viande)	18,72	4,42
	Piquant	77,54	18,31
	Estomac	3,74	0,88

Source : Résultats d'enquêtes, 2015, 2016 et 2017.

Il ressort de l'examen du tableau 9 que dans le domaine d'utilisation relative à la commercialisation de l'espèce ou de ses organes, seuls le piquant a obtenu une valeur de fidélité élevée au sein des enquêtés (18,31). La viande a une valeur très faible dans cette catégorie d'usage ce qui signifie que les raisons premières de la chasse aux porcs-épics à crête dans l'aire d'étude sont d'abord la consommation. Dans la catégorie d'usage médicinal, la partie ayant enregistré la forte valeur de fidélité

est le piquant (22,10) suivi de l'estomac (7,45) et la queue (4,92). Ce qui signifie que ces parties sont fortement recherchées en médecine africaine pour soigner certaines pathologies chez l'homme que chez les bêtes.

5.1.4. Variation de connaissances des usages de *Hystrix cristata*

Les populations riveraines des réserves de biosphère du Bénin (Pendjari et W) ont identifié 4 catégories d'usage : la nourriture, la pharmacopée, le commerce et l'ornement ou l'artisanat.

L'évaluation des connaissances sur les usages de *Hystrix cristata* selon le sexe a été faite et il ressort qu'il n'y a pas un même niveau de connaissance. En effet, quel que soit le sexe, les (hommes et la femme), le niveau de connaissance sur l'usage alimentaire est le même (100 %) pour les deux sexes. Par contre, les connaissances dans les autres domaines sont inégales. Ainsi, 8,82 % des femmes indiquent l'utilisation thérapeutique des organes de l'espèce, 14,71 % des femmes ont indiqué que l'espèce fait objet de commerce surtout ses piquants mais ne donnent aucune information sur l'usage ornemental. Cependant, 72,31 %, 36,61 % et 2,56 % des hommes signalent des usages de l'espèce ou de ses organes dans la pharmacopée, dans le commerce et ornement (décoration). Ces différences ne doivent pas être prises comme une variation significative.

5.1.4.1. Usage alimentaire

Le porc-épic à crête constitue une source d'aliment pour les populations locales. Les parties utilisées dans l'alimentation humaine de même que les fréquences de citation et le niveau de fidélité sont présentés à la figure 29.

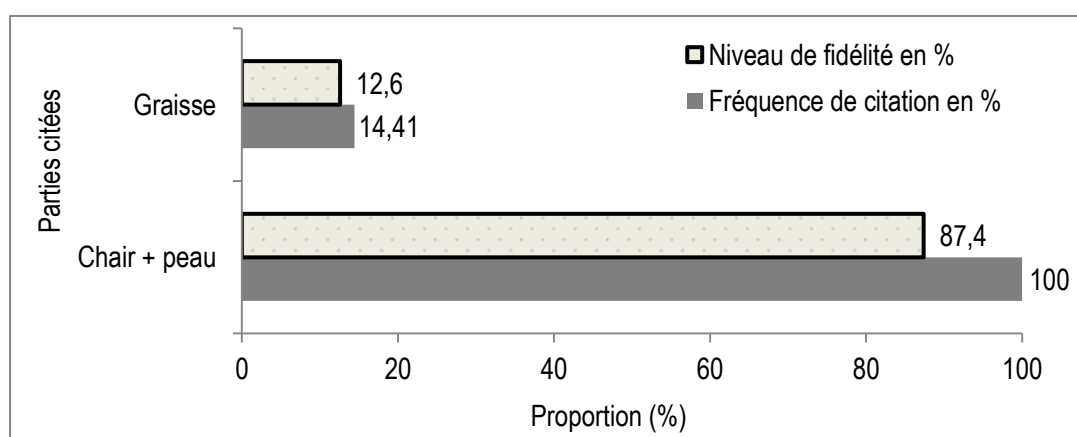


Figure 29: Fréquence de citation, niveau de fidélité des parties préférées et utilisées dans l'alimentation

Source : Résultats d'enquêtes, 2015, 2016 et 2017.

On constate que seulement deux parties sont signalées par les populations dans l'alimentation humaine avec des fréquences de citation de 100 % (chair et peau) et 14,41 % (graisse). Ces deux parties préférées dans l'alimentation humaine ont des niveaux de fidélité compris entre 87,4 % et 12,6 %.

5.1.4.2. Usage médicinal

Les populations riveraines ont des connaissances très précises sur les maladies humaines et soins vétérinaires (bétail) ainsi que les parties de *H. cristata* à utiliser pour les guérir. Les parties les plus utilisées dans la pharmacopée (médecine africaine) sont répertoriées dans le tableau 10.

Tableau 10: Parties utilisées dans la pharmacopée et fréquences de citation

Parties utilisées	Fréquence de citation en %	Niveau de fidélité en %	Pathologies humaines	Pathologies animales
Anus	0,32	0,13	Œdème	
Bile	0,96	0,38	Nausée, foie, maux de ventre	
Cœur	1,60	0,63	Epilepsie, maux de poitrine	
Graisse	0,96	0,38	Œdème	
Langue	0,96	0,38	Bégaiement	
Nez	0,64	0,25	Ecoulement du sang des narines, développé le flair	
Estomac	18,85	7,45	Maux de ventre, hernie, toux, constipation, problèmes respiratoires, règle doubleuse, fausse couche	Colique chez les bœufs
Patte	4,15	1,64	Douleur dans le corps, fatigue, retard de marche chez l'enfant,	
Peau	0,32	0,13	Démence (folie)	
Piquant	55,91	22,10	Maux d'oreille, paludisme, maux de tête, fausse couche, œdème, contre la sorcellerie, infidélité chez la femme, contre mauvais sorts, plaies, mauvais esprits, protection des champs.	
Queue	12,46	4,92	Maux d'oreille, maux de dents, maux de tête, vision, plaie, maux de hanche, contre sorcellerie	
Tête	1,92	0,76	Aide-mémoire, chance, division de tête chez enfant, contre mauvais sorts	
Yeux	0,96	0,38	Vision	

Source : Résultats d'enquêtes, 2015, 2016 et 2017.

L'examen du tableau 10 montre que presque toutes les parties citées par les populations sont utilisées soit dans la médecine humaine soit dans la médecine animale et une large gamme de pathologies est soignée. Le piquant est l'organe le plus utilisé avec une fréquence de citation de 59,91 %. Cet organe

tire sa primauté de ses divers usages médicinaux contre bon nombre de pathologies fréquentes dans la zone : paludisme, plaies, maux d'oreille, œdème, fausse couche... L'estomac est le deuxième organe préféré pour la pharmacopée avec une fréquence de citation de 18,85 %. Cependant le niveau de fidélité de cette partie est de 7,45 %. Les pathologies les plus communément soignées chez l'homme sont : maux de ventre, paludisme, constipation, maux d'oreille, maux de tête, fausse couche, œdème, protection contre la sorcellerie, infidélité chez la femme, mauvais sorts, plaies, mauvais esprits, fatigue physique, etc. Concernant le bétail, la pathologie citée par les répondants est la colique. Elle est suivie de la queue avec une fréquence de citation de 12,46 % et de niveau de fidélité (4,92 %).

Les valeurs du facteur de consensus (FC) suivant les parties utilisées sont présentées par la figure 30.

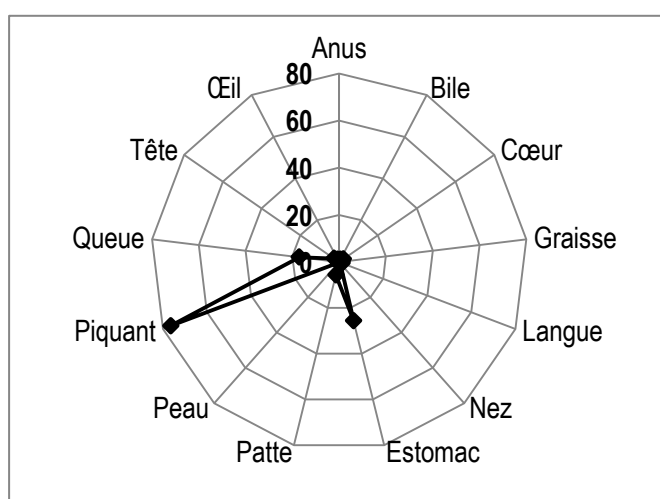


Figure 30: Valeurs du Facteur de Consensus des différentes parties en médecine africaine

Source : Résultats d'enquêtes, 2015, 2016 et 2017.

Les organes de l'espèce les plus utilisés sont dans l'ordre croissant les piquants (FC = 76,42), l'estomac (FC = 25,76), la queue (FC = 17,03). Le reste des organes a des valeurs de consensus inférieures à 10 et se trouve concentré au centre. Il s'agit de la patte (FC = 5,68 %), la tête (FC = 2,62 %), le cœur (FC = 2,18 %), la bile (FC = 1,31 %), la graisse (FC = 1,31 %), la langue (FC = 1,31 %), les yeux (FC = 1,31 %), le nez (FC = 0,87 %), l'anus (FC = 0,44 %) et la peau (FC = 0,44 %).

Par ailleurs, les usages rapportés par les informateurs varient suivant les groupes socioculturels (ethniques). Certains organes sont utilisés de la même façon. Cependant, il arrive que parfois que le même organe ait des usages spécifiques selon les ethnies. Le tableau 11 présente les usages en fonction des organes au sein des neuf ethnies interrogées.

Tableau 11 : Pathologies traitées par les différents organes de *Hystrix cristata* chez les différentes ethnies

Ethnie	Partie utilisée	Pathologies traitées
Gourmantché	Piquant	Maux d'oreille, protection contre les attaques de sorcellerie, contre les mauvais sorts
	Estomac	Maux de ventre, hernie
	Langue	Contre bégaiement
	Tête	Aide mémoire
	Cœur	Courage
	Yeux	Amélioration et correction de la vision chez l'homme
	Pattes	Retard de marche chez l'enfant
Waama	Piquant	Mal d'oreille
	Estomac	Maux de ventre
Berba ou Biali	Piquant	Maux d'oreille, toute sorte de plaie, protection contre mauvais esprits, paludisme, maux de tête, maux d'yeux, protection contre les attaques
	Estomac	Maux de ventre, hernie
Peul	Piquant	Maux d'oreille; œdème, contre fausse couche, piège contre les éperviers
	Estomac	Maux de ventre, bon rendement du sorgho, toux, colique chez les bœufs
	Peau	Folie
	Pattes	Contre fatigue
	Queue	Maux d'oreille
	Nez	Avoir un flair développé
Mina	Piquant	Maux d'oreille
	Estomac	Ventre
Djerma	Piquant	Bonne récolte, protection des champs contre les ennemis
Bariba ou Baatonou	Piquant	Confection des anti-poisons, protection contre des attaques de sorcellerie, douleur lombaire, désenvoutement, antipoison; maux d'oreille, maux de poitrine, contre accident, plaies pernicieuses, contre mauvais sorts, œdème, protection de champ contre les ennemis, contre panaris
	Estomac	Hernie, constipation, maux de ventre, respiration, règle douloureuse, contre fausses couches
	Queue	Maux d'oreille, maux de dents, œdème, maux de tête
	Anus	Œdème
	Patte	Contre la douleur dans le corps, contre la fatigue, retard de marche chez les enfants
	Cœur	Epilepsie, courage
	Tête	Lutte contre les termites, chance, division de la tête chez l'enfant, chasser les mauvais sorts
	Bile	Maux de ventre
	Langue	Contre bégaiement
Monkolé	Piquant	Maux de ventre, contre la sorcellerie, contre les mauvais sorts, antipoison, maux d'oreille
	Estomac	Maux de ventre
	Queue	Maux d'oreille, protection contre des attaques de la sorcellerie chez les enfants
	Patte	Retard de la marche de l'enfant, contre la fatigue
Haoussa	Piquant	Maux d'oreille

Source : Résultats d'enquêtes, 2015, 2016 et 2017.

De la lecture du tableau 11, la chair et la peau constituent les parties les plus consommées par tous les groupes ethniques de la zone d'étude. Elles sont beaucoup utilisées dans l'alimentation. Dans les différentes ethnies, en dehors de l'usage alimentaire, la peau est utilisée à des fins thérapeutiques. En effet, les Peul l'utilisent pour soigner la folie. Rendus en poudre après calcination au feu, les piquants sont utilisés principalement dans le traitement des maux d'oreille, contre les mauvais sorts. Ainsi, un piquant fixé au-dessus de la porte d'entrée permettrait de se protéger la maison contre les mauvais sorts. Chez les Monkolé et les Bariba/Baatonou les piquants sont utilisés dans la préparation d'anti-poisons, chez les Djerma, s'en servent pour protéger les champs contre les ennemis, chez les Peul, ils sont utilisés pour soigner l'œdème, pour lutter contre fausse couche. L'estomac, outre son utilisation pour traiter les maux de ventre, est chez les Peul utilisé pour traiter la toux et la colique chez les bœufs.

5.1.4.3. Usage ornemental ou artisanal

Les populations ont listé seulement 1 partie (piquant) de l'espèce qui contribue à la fourniture d'objet de décoration ou d'artisanat. Cet organe sert pour la confection des pièges à l'épervier, de décoration d'habitat au cours de certaines cérémonies rituelles. Cette partie de l'espèce a une fréquence de citation de 100 % mais présente un niveau de fidélité relativement faible (13,10 %) parce qu'elle contribue à d'autres catégories d'usages (pharmacopée).

5.1.4.4. Usage commercial

Dans l'aire d'étude, le porc-épic à crête fait objet de commerce soit l'animal en entier, soit une partie (chair, piquants, estomac). Les populations riveraines des réserves de biosphère du Bénin (Pendjari et W) ont identifié trois parties qui font objet de transactions. La figure 31 présente les fréquences comparées de citation des parties et le niveau de fidélité des populations.

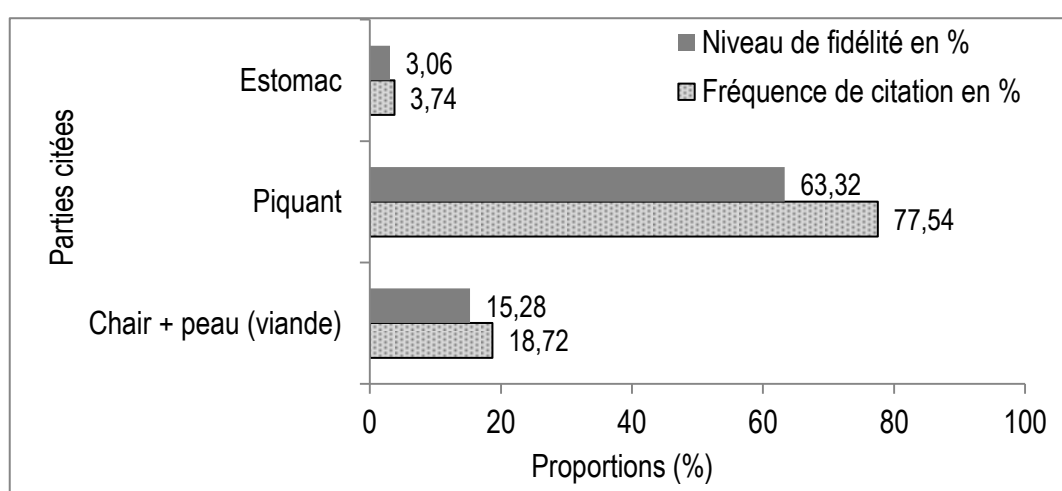


Figure 31: Fréquences de citation des parties et niveau de fidélité des répondants

Source : Résultats d'enquêtes, 2015, 2016 et 2017.

Les parties du porc-épic à crête les plus commercialisées sont les piquants, la viande et l'estomac avec des fréquences de citation respectives de 77,54 %, 18,72 % et 3,74 %. Le niveau de fidélité pour les piquants est de 63,23 %, la viande (15,28 %) et l'estomac (3,06 %).

Dans l'aire d'étude, les informateurs rapportent que les porcs-épics à crête tués sont essentiellement destinés à la consommation domestique, l'espèce étant devenue rare dans les terroirs villageois. Toutefois, ils sont très méfiants à l'égard des possibles répressions exercées par les services forestiers et ne fournissent donc pas d'informations relatives au prix de vente ou d'achat de la viande du porc-épic à crête. Ce même constat s'observe chez les tenanciers des bars, restaurants et hôtels de la zone. Le porc-épic à crête est certes rare mais il n'en reste pas moins très prisé.

5.1.5. Diversité et distribution des connaissances au sein des enquêtés

Le tableau 12 renseigne sur les valeurs de diversité (UD) et d'équitabilité (UE) d'utilisation du porc-épic à crête chez l'ensemble des enquêtés.

Tableau 12: Valeurs d'indice de diversité (UD) et d'équitabilité (UE) pour les différents usages

Catégorie d'usage	Bariba		Haoussa		Berba		Djerma		Gourmantché		Mina		Monkolé		Peul		Waama	
	UD	UE	UD	UE	UD	UE	UD	UE	UD	UE	UD	UE	UD	UE	UD	UE	UD	UE
Alimentaire	0,39	1	0,8	1	0,44	1	0,85	1	0,45	1	0,6	1	0,41	1	0,44	1	0,57	1
Pharmacopée	0,32	0,82	0,2	0,25	0,37	0,84	0,15	0,18	0,40	0,9	0,4	0,67	0,38	0,94	0,35	0,8	0,43	0,76
Commercial	0,26	0,67	-	-	0,19	0,42	-	-	0,12	0,28	-	-	0,21	0,51	0,21	0,47	-	-
Ornemental	0,03	0,07	-	-	-	-	-	-	0,02	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-

Source : Résultats d'enquêtes et travaux de laboratoire, 2015, 2016 et 2017.

L'examen du tableau 12 montre que les utilisations alimentaire et médicinale (pharmacopée) sont les plus mentionnées par les différentes ethnies. De manière globale, l'ensemble des valeurs de diversité d'utilisation pour les différents domaines est faible. Pour la pharmacopée, les valeurs de diversité sont respectivement de 0,32, 0,37 et 0,45 pour les Bariba, les Berba et les Gourmantché.

La valeur de l'équitabilité est de 1 pour l'usage alimentaire chez toutes les ethnies. Ceci traduit une homogénéité du degré de connaissance des enquêtés par rapport à la catégorie d'utilisation alimentaire. Pour la catégorie d'usage pharmacopée (médecine africaine), les valeurs obtenues sont de 0,94, 0,9, 0,84, 0,82, 0,8, 0,76, et 0,67 respectivement pour les groupes ethniques Monkolé, Gourmantché, Berba, Bariba, Peul, Waama, Mina et Waama. Globalement, ces valeurs sont supérieures à 0,5 (UE > 0,5) et par conséquent, les enquêtés de ces différents groupes ethniques ont un degré de connaissance homogène par rapport à l'utilisation médicinale des organes de l'espèce. La catégorie d'usage commercial de l'espèce ou de ses organes a enregistré une valeur d'équitabilité supérieure à 0,5 (UE > 0,5) au sein des groupes ethniques Bariba (0,67) et Monkolé (0,51). Ce qui

explique que le degré de connaissance des enquêtés n'est homogène qu'au sein des enquêtés de ces deux groupes ethniques. On peut dire que le degré de connaissance des enquêtés par rapport aux types d'utilisation de l'espèce ou de ses organes dépend de l'usage que l'on en fait.

5.1.6. Connaissances d'usage selon les ethnies

Le calcul du nombre moyen des usages rapportés par les enquêtés montre que l'importance de ces usages varie suivant les ethnies. Le test statistique (ANOVA One-way) atteste que cette variation entre les ethnies n'est pas significative ($p = 0,501$). Le tableau 13 présente les valeurs des moyennes par rapport aux connaissances sur les usages au sein des groupes ethniques enquêtés.

Tableau 13: Moyennes des usages spécifiques de *H. cristata* suivant les groupes ethniques

Ethnies	Moyennes d'usage (RU_{Moyen})
Berba / Biali	$9,71 \pm 4,36$
Gourmantché	$9,43 \pm 4,21$
Waama	$4,07 \pm 1,54$
Bariba	$10,21 \pm 4,61$
Djerma	$1,29 \pm 0,14$
Monkolé	$5,79 \pm 2,39$
Peul	$4,57 \pm 1,79$
Mina	$1,00 \pm 0,00$
Haoussa	$0,29 \pm 0,36$

Source : Résultats d'enquêtes et travaux de laboratoire, 2015, 2016 et 2017.

Les valeurs moyennes des usages spécifiques de *Hystrix cristata* varient sensiblement d'un groupe ethnique à un autre. Les groupes ethniques ayant obtenu des valeurs moyennes des usages rapportés élevés sont les Bariba, les Berba / Biali et les Gourmantché. Les valeurs sont respectivement de $10,21 \pm 4,61$, $9,71 \pm 4,36$ et $9,43 \pm 4,21$. Ces groupes ethniques ont rapporté respectivement un total de onze parties (piquant, estomac, queue, anus, pattes, cœur, tête, bile, langue, nez, graisse), trois (piquant, estomac, cœur), huit (piquant, estomac, langue, tête, cœur, yeux, pattes, nez) parties de l'espèce à des fins thérapeutiques. Il faut retenir que ces valeurs sont influencées par le nombre des enquêtés par ethnie. C'est ce qui explique la valeur moyenne d'usage chez les Monkolé ($5,79 \pm 2,39$) et les Peul ($4,57 \pm 1,79$). Ces groupes socioculturels ont rapporté chacune six parties.

Dans l'aire d'étude, en fonction des réponses aux questionnaires, les informateurs disent que les porcs-épics à crête tués sont essentiellement destinés à la consommation domestique car l'espèce est très difficile à trouver à cause de la tendance à la baisse de sa population dans les terroirs villageois. Il faut signaler que les enquêtés sont très méfiants à cause des répressions des agents des eaux et forêts,

c'est pourquoi personne n'a voulu donner des informations relatives au prix de vente ou d'achat de la viande du porc-épic à crête. Le porc-épic à crête est rare et sa viande très prisée.

Ce rôle est renforcé par les différents modes de commercialisation observés pour cette espèce. Sur le terrain, seuls les piquants ont été retrouvés sur des étalages dans les marchés de Founougo, de Tanguiéta, de Guéné (photo 10).

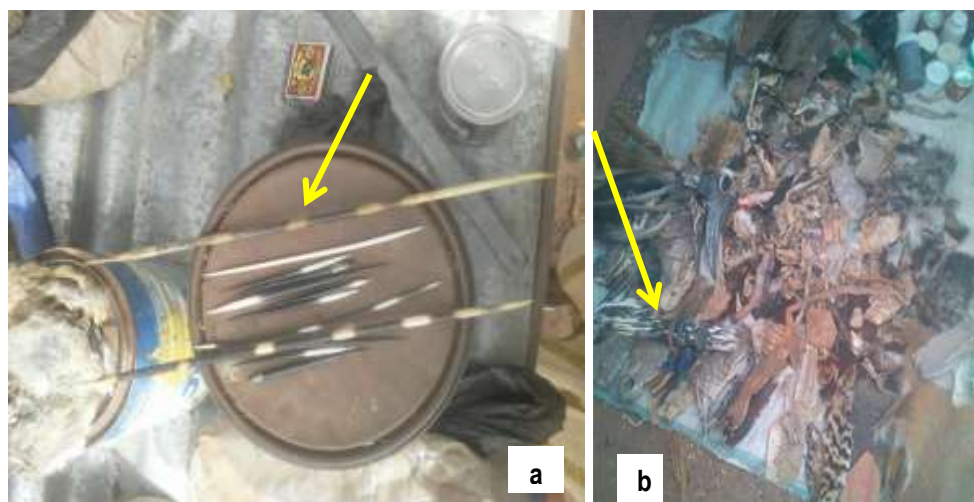


Planche 10: Etalages de vente d'organes animaux avec présence de piquants au marché de Tanguiéta (a) et au marché de Founougo (b).

Prise de vue : Mouzoun, avril 2017

La photo 10 montre des piquants du porc-épic à crête sur étalage dans les marchés de Tanguiéta (a) et de Founougo (b) ainsi que des parties (corne, peau, plume, tête, ...) d'autres animaux. Ces observations directes effectuées sur les marchés locaux (présence de dépouilles sur les étals) montrent que les dépouilles du porc-épic à crête font bien objet de vente dans le secteur d'étude. Ce type de commercialisation avec une valeur d'unité variant de 50 à 300 FCFA en fonction de la taille est tout à fait adapté aux faibles moyens financiers d'une grande partie de la population enquêtée. La présence de piquants sur les étalages dans les marchés parcourus démontre donc que l'espèce a été prélevée par le chasseur.

5.2. Perceptions des populations riveraines sur l'abondance de *H. cristata*

Le porc-épic à crête dans l'aire d'étude n'est pas vénéré et aucun interdit ne lui est lié. Il est ainsi utilisé à des fins médicinale, alimentaire, ornementale voire commerciale. En effet, les résultats d'enquête ont révélé que la totalité (100 %) des personnes interrogées indique un usage alimentaire, médicinal (95 %) et ornemental (10 %). Le classement de la fréquence des perceptions sur la disparition / rareté ou l'abondance du porc-épic à crête par les personnes interviewées est présenté par la figure 32.

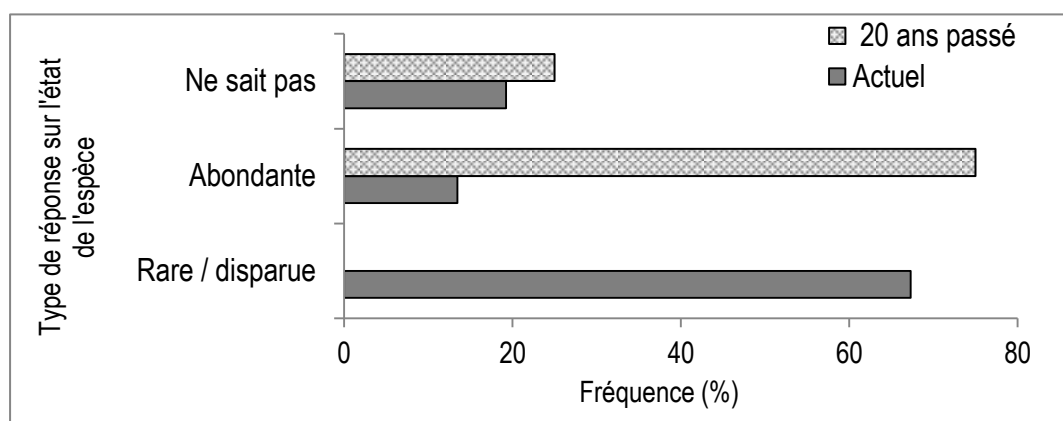


Figure 32: Perceptions des populations riveraines sur l'état de l'espèce

Source : Résultats des travaux de terrain, 2015, 2016 et 2017.

L'analyse de la répartition des connaissances sur l'état d'abondance et de rareté de l'espèce au sein des personnes interviewées révèle que 67,31 % affirment qu'il y a une disparition de l'espèce contre 19,23 % qui ont donné une réponse mitigée (ne sait pas). Par contre, 75 % des enquêtés ont indiqué que l'espèce était très abondante dans le passé (il y a 20 ans passés) contre 13,46 % qui affirment « ne sait pas ». Ainsi, 67,31 % des personnes enquêtées ont reconnu que l'espèce est en voie de disparition et aujourd'hui l'espèce ne se rencontre qu'à l'intérieur des réserves.

Le tableau 14 présente les valeurs de l'indice de connaissance des causes de disparition (ICCd) calculé afin de mieux apprécier le niveau de connaissance des causes de disparition de l'espèce au sein des personnes interrogées.

Tableau 14: Valeurs de l'indice de connaissance au sein des enquêtés en fonction des communes

Causes de disparition	Kandi	Banikoara	Tanguiéta	Matéri
Chasse	1	0,8	1	1
Agriculture	0,8	1	0,8	0,6
Pression démographique	0,2	0,2	0,4	0,2
Climat	0,4	0,4	0,4	0,4
Pâturage	0,6	0,8	0,6	0,4
Valeur moyenne	0,6	0,64	0,64	0,52

Source : Résultats des travaux de terrain, 2015, 2016 et 2017.

Il ressort de l'analyse du tableau 14 que pour toutes les communes, les valeurs de l'indice sont supérieures à 0,5 mais les enquêtés des communes de Banikoara et de Tanguiéta ont une forte connaissance des causes de disparition de l'espèce avec une valeur moyenne de l'indice de 0,64, suivis des enquêtés des communes de Kandi (0,6) et Matéri (0,52). Pour les valeurs de l'indice de connaissance des causes de disparition (ICCd) de l'espèce, les enquêtés de Kandi, de Tanguiéta et de

Matéri ont la plus forte valeur (ICCD = 1) pour la menace braconnage et de ceux de Banikoara (ICCD = 1) pour l'agriculture. La comparaison des valeurs moyennes de citations sur l'état de l'abondance de l'espèce maintenant et dans le passé entre les interviewés révèle qu'il y a de différence significative ($\chi^2 = 173,33$; $p = 0,0001$). Ces activités usuelles des populations riveraines font naître une inquiétude qu'il s'agisse de l'érosion de la biodiversité, de la déforestation et de ses conséquences en matière de changement climatique.

Dans l'aire d'étude, le porc-épic à crête ne fait objet d'aucun interdit de même, il n'est pas une espèce totem protégée par les traditions. C'est ce qui peut expliquer les fortes pressions exercées sur l'animal (abattage pour consommation par les populations riveraines). Toutefois, restriction est faite à certaines personnes pour la consommation de sa viande. En effet, il est interdit aux femmes en état de grossesse de manger la viande du porc-épic à crête pendant la grosse sous peine d'être piquées dans le ventre ou d'avoir un accouchement difficile.

5.3. Evaluation des menaces dans les Réserves de Biosphère du Bénin

Il existe plus d'une dizaine d'activités économiques dont la principale activité est l'agriculture qui occupe plus de 97 % de la population suivie de l'élevage (32 % de la population). D'autres activités comme le petit commerce, la pêche et autres sont menées par les habitants. L'enquête a révélé que 18 % de la population pratique trois activités, 58 % de la population effectue au moins deux activités différentes à la fois et 100 % de la population mène au moins une activité économique. La démographie galopante et la pression foncière consécutives à la monétarisation de l'agriculture font peser de lourdes menaces sur les formations classées du pays. Les Réserves de Biosphère de la Pendjari et du W du Bénin ne sont pas épargnées. En effet, on dénombre une multitude de hameaux et villages périphériques et deux villages installés à l'intérieur des réserves (Kponta et Kandèrou).

5.3.1. Types de menaces

Les espèces fauniques subissent de nombreuses pressions. Les perturbations, détériorations ou pertes d'habitats les affectent de façon importante. En effet, le terme « habitat » décrit l'environnement où habitent les espèces fauniques. Ils sont très diversifiés et répondent aux principaux besoins de la faune qui les fréquentent. De ce fait, toutes les conditions requises pour que les espèces puissent y prospérer s'y trouvent : le climat, l'eau, la nourriture et les abris. La figure 33 donne l'importance relative des principales menaces qui pèsent sur la valeur universelle exceptionnelle des Réserves de Biosphère du Bénin en général et sur les populations du porc-épic à crête en particulier.

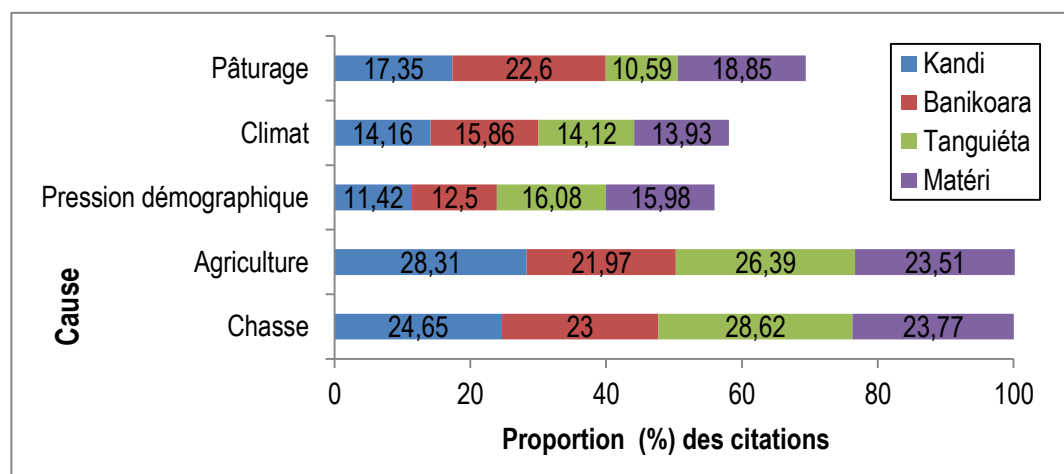


Figure 33: Importances relatives (%) des types de menaces selon les enquêtés par communes

Source : Résultats des travaux de terrain, 2015, 2016 et 2017.

Il ressort de la figure 33 cinq menaces dont les plus importantes sont le braconnage et l'agriculture. Ce braconnage tel que illustré par la figure 31 est mis en évidence surtout à travers les coupes suivies des douilles de munitions, les pièges et les campements de chasse. Cette omniprésence des activités humaines dans les réserves rend les animaux très craintifs et exceptionnellement attentifs. Il ressort des résultats que globalement toutes les menaces ont une représentativité d'au moins 50 %. Les menaces sont perçues différemment par les interviewés. Ainsi, 30,59 % des populations échantillonnées dans la commune de Tanguiéta, 26,48 % de celles de Kandi et 25,41 % de celles de Matéri ont indiqué le braconnage comme cause de disparition du porc-épic à crête. Par contre, 22,6 % des enquêtés de la commune de Banikoara mentionnent le pâturage. Le test de Kruskal-Wallis réalisé montre une différence significative dans la connaissance des causes par les populations interrogées ($z = 2,07$; $p = 0,001$).

5.3.2. Différentes formes de pression exercées sur les populations du porc-épic à crête dans l'aire d'étude et leurs impacts

5.3.2.1. Causes de régression de *Hystrix cristata* perçues par les populations riveraines

Selon les enquêtés, la chasse, le climat, les perturbations des habitats et la transhumance sont les principales causes ayant concouru à la diminution drastique des populations des rongeurs et plus particulièrement des porcs-épics à crête au Bénin.

5.3.2.1.1. Perturbations des habitats

La plupart des personnes interrogées (62 %) ont évoqué le phénomène de perturbation des habitats, mais à divers degrés. Ce phénomène est l'une des causes de régression des populations du porc-épic à crête. Les principales raisons de cette destruction évoquées selon les déclarations des enquêtés est

l'agriculture (54,45 %), une agriculture itinérante sur brûlis (une pratique de grande consommatrice de terres). Il est à retenir que même si quelques champs sont installés dans les réserves, la majorité des champs se trouve à l'extérieur des réserves. Les défrichements se font de manière anarchique, privant la faune de son habitat ; l'installation progressive de nouvelles habitations accompagnent la croissance démographique (27,9 %). Les terroirs de certains villages riverains sont saturés par l'agriculture de sorte qu'il ne reste presque plus d'espaces naturels pour abriter la faune. Les petits mammifères tels que les porcs-épics à crête qui subsistent encore sont refoulés vers les endroits impropres aux cultures comme l'intérieur de la réserve. Outre ces causes, il faut aussi noter le prélèvement de la paille par les populations pour la couverture des toits des maisons et pour l'utilisation artisanale (photo 6).



Photo 6: Natte traditionnelle fabriquée à base de paille prélevée dans la réserve du W à Alfakoara

Prise de vue : Mouzoun, janvier 2017

On observe sur la photo 8 une natte fabriquée à partir de paille collectée dans la réserve de biosphère du W du Bénin. Cette pratique constitue sans doute une menace pour la faune car elle contribue à la destruction de l'habitat de la faune.

5.3.2.1.2. Chasse/braconnage dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin

Qu'elle soit de subsistance ou commerciale, la chasse perturbe d'abord la quiétude des populations animales. Même des espèces qui ne sont pas ciblées par la chasse sont sans cesse stressées. Les personnes interrogées ont toutes dénoncé le braconnage comme étant le facteur principal de disparition de l'espèce. Le braconnage est une activité très développée et reconnue comme typique dans l'ensemble du complexe des réserves de biosphère de la Pendjari et du W au Bénin.

Selon 84,72 % des enquêtés, le braconnage a décimé les populations du porc-épic à crête. Cette déclaration se confirme bien dans toutes les zones visitées. Les constats qui ont été faits en attestent effectivement et confirment une chasse généralisée et mal structurée dans tous les villages qui entourent les réserves de biosphère de la Pendjari et du W au Bénin. Les formes d'utilisation des produits de chasse dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W au Bénin et ses zones

limitrophes se focalisent surtout sur l'auto-consommation, la vente des piquants et l'utilisation dans la pharmacopée africaine.

Tous les chasseurs autour du complexe de Réserve de Biosphère de la Pendjari et du W du Bénin exercent deux activités. L'activité (profession) principale est l'agriculture, l'activité secondaire ou complémentaire est la chasse. Ce même rôle est joué par les transhumants qui sont à la fois bergers et chasseurs. La photo 7 montre les piquants d'un porc-épic à crête délaissés par un braconnier après avoir abattu l'animal.



Photo 7: Piquants du porc-épic à crête laissés par un braconnier après abattage

Prise de vue : Mouzoun, avril 2016

La photo 7 expose les piquants du porc-épic à crête laissés par un braconnier. Cependant, la présence des piquants retrouvés au cours des travaux des prospections et les déclarations faites sur la qualité de la viande de l'espèce témoignent de l'ampleur du braconnage dans la zone d'étude. Les engins utilisés sont constitués essentiellement de fusils et pièges. Le piégeage et la chasse ont été au moins localement, la principale cause de la disparition de l'espèce. Selon 30 % de la population enquêtée, le braconnage sévit toujours dans les réserves. Il est surtout pratiqué en saison sèche entre les mois de novembre et de mai, après le passage des feux de végétation. Toutes les espèces d'animaux sont recherchées par les braconniers, mais 59 % de la population estiment que les porcs-épics à crête sont les moins abattus.

5.3.2.1.3. Transhumance

Seuls 38,82 % des enquêtés ont reconnu l'effet négatif de la transhumance sur la faune sauvage. Actuellement, l'élevage a pris de l'ampleur et est devenu un marché commercial. Pour assurer la nourriture au bétail, les forêts sont prises d'assaut par des éleveurs transhumants dont le bétail qui, non seulement ravage tout sur son passage, mais entre aussi en compétition avec la faune sauvage pour certaines ressources alimentaires. Les réserves de biosphère de la Pendjari et du W sont pénétrées par

des bouviers pour faire paître leurs troupeaux malgré les efforts des forestiers et des éco-gardes pour le respect de couloirs de transhumance définis. En effet, le bétail transhumant détruit la couverture végétale herbacée et les bergers mutilent les arbres. Les troupeaux perturbent les habitats et chassent la faune de la réserve. De même, les bergers font parfois le braconnage. De nombreux campements d'éleveurs sont répandus dans tout l'espace autour des réserves. L'émondage de certaines espèces ligneuses (*Acacia seyal*, *Pterocarpus erinaceus*) par les bergers contribue à la dégradation du couvert végétal. Les éleveurs transhumants sont responsables de feux tardifs incontrôlés très destructeurs. Le feu est un facteur important de dégradation car il est une source de destruction du couvert végétal et parfois de la matière organique du sol. Aussi, le braconnage est-il une des raisons de la faible densité de la faune dans les réserves. Les braconniers sont des paysans sédentaires des villages à la périphérie des réserves et les transhumants.

5.3.2.1.4. Climat (changement du climat)

Selon 15,92 % des enquêtés, la sécheresse est un phénomène qui bouleverse les équilibres naturels. Cela peut entraîner de graves conséquences sur le milieu (faune, flore, hommes) car cette région est soumise aux modifications du climat depuis plus de trois décennies. Ceci entraîne la dégradation des habitats de la faune. Le recul de la couverture végétale forestière a un impact très négatif sur les conditions de l'habitat de la faune. La chaleur excessive (augmentation de la température) fait sortir le porc-épic à crête de sa tanière (abri ou terrier) et par conséquent l'expose aux risques de braconnage. Des causes fréquemment énumérées certaines sont dominantes, d'autres sont peu représentées par les populations dans certains villages.

Le test statistiques (ANOVA One-way) effectué, montre qu'il existe une différence significative dans la connaissance des causes de régression des populations du porc-épic à crête au sein des populations enquêtées en fonction des communes parcourues ($p = 0,018$) ce qui suppose que les causes semblent être les mêmes et ne varient pas trop au sein des personnes interrogées dans les localités parcourues.

5.3.3. Effets des menaces

Les Réserve de Biosphère de la Pendjari et du W du Bénin sont soumises à une compétition croissante entre l'homme, le bétail domestique et l'animal sauvage pour l'exploitation des ressources naturelles. Ces pressions proviennent des populations sédentaires (qui ne cessent d'augmenter) ainsi que des populations nomades (bergers transhumants peulhs). Des transhumants ont été vus et en provenance du Niger, des localités environnantes avec leurs troupeaux. L'agriculture étant itinérante et de caractère semi-permanent, de plus en plus, des conflits d'occupation de l'espace opposent les agriculteurs aux bergers. Les cultivateurs sédentaires se plaignent régulièrement des dégâts causés aux cultures et aux

forêts par les troupeaux transhumants, des moutons et des chèvres. L'afflux des troupeaux dans cette zone est de plus en plus important, en raison d'une désertification grandissante. Cette situation oblige les éleveurs nomades à se rendre coupables d'incursion dans les blocs intégralement protégés à la recherche d'eau et de pâturage. Cela crée un conflit ouvert entre les éleveurs transhumants et les agents forestiers en charge de la surveillance des réserves. Il en découle une augmentation excessive des dégâts forestiers (mutilation des arbres, défrichements, émondage, feux de végétation) sur les ressources végétales des réserves de biosphère du Bénin (Pendjari et W du Bénin). Pendant toute la durée des travaux, le braconnage est apparu comme l'élément principal qui a toujours eu des impacts négatifs sur le milieu naturel, l'homme et tout son développement socio-économique, culturel et éducatif. Ces impacts négatifs dans toutes leurs dimensions ont toujours porté des effets écologiques majeurs irréversibles sur l'ensemble des réserves naturelles que sur les espèces protégées ou en voie de disparition tels que les porcs-épics à crête. Pour bien voir le gibier ou attirer la faune, les braconniers et les transhumants ont toujours procédé à la mise des feux qui poussent les animaux à abandonner les habitats en se réfugiant ailleurs. Plusieurs d'entre eux notamment les jeunes sont pris entre les feux. Dans l'emprise des réserves et les zones tampons, les repousses de la végétation herbacée brûlée deviennent des pièges qui incitent les mammifères herbivores à sortir du complexe. Compte tenu de la faible densité de la faune et la disparition d'un nombre important, la dégradation du couvert végétal des réserves, les actions (feux de végétation, défrichement, abattage des arbres) auront d'une manière générale des impacts permanents sur la faune et les formations naturelles (habitats).

Il est évalué dans ce chapitre 5 les potentialités endogènes de cette espèce encore mal connue et déjà menacée. Les animaux font partie de l'environnement des hommes, ont joué et continuent de jouer un rôle dans les domaines économiques et culturels. L'ethnozoologie du porc-épic à crête a permis de comprendre son importance auprès des populations riveraines. Les résultats indiquent une valeur alimentaire très importante pour les populations interrogées. L'espèce admet des valeurs socio-économiques non moindre car dans la zone d'étude, divers organes du porc-épic à crête de par leurs nombreuses vertus sont recherchés tant par les autochtones que par les étrangers et ces organes font l'objet d'un commerce. Les porcs-épics à crête constituent une source de revenu pour les populations locales et participent au bien-être de ces dernières. Les résultats présentés révèlent les relations entre les hommes et le porc-épic à crête. Les pressions qui s'exercent sur l'espèce compromettent dangereusement sa survie au sein de ces écosystèmes. Ces informations guideraient les gestionnaires dans le choix de leurs implications scientifiques pour promouvoir une exploitation durable et à bon escient par la population humaine.

CHAPITRE 6 : DISCUSSION, MESURES DE CONSERVATION ET PERSPECTIVES

Les résultats de cette étude sont discutés en comparaison avec d'autres études réalisées portant sur la thématique traitée dans cette thèse. Egalement, il est présenté dans ce chapitre les limites de l'approche méthodologique adoptée, des propositions de mesures de conservation et les perspectives. Pour obtenir les différents résultats présentés dans ce document, il a été utilisé des données d'observations des indices de présence et de menaces effectuées sur le terrain au cours de cette thèse. Aussi, a-t-il été fait recours à des données sur les connaissances et utilisations issues d'enquêtes auprès des populations riveraines. Pour la collecte des données exploitées dans cette thèse, une approche multi-spécifique a été adoptée afin de mieux comprendre l'écologie de l'espèce et l'attrait des populations riveraines pour cette dernière.

6.1. Méthodes appliquées

L'obtention des connaissances préalables sur les particularités d'une espèce étudiée, son habitat, sa niche écologique, son comportement (nocturne ou diurne, prédateur ou proie, discrète ou non, etc.), sa biologie (reproduction, alimentation, etc.) est nécessaire. Ces connaissances permettent de mieux déterminer la méthodologie de recherche (méthodes de collecte de l'information, où chercher et comment chercher).

Pour apprécier la distribution et caractériser l'habitat d'une espèce, plusieurs méthodes sont employées et il revient donc au chercheur ou au gestionnaire ou aux exécutants des activités de choisir la méthode la plus pertinente en fonction des cas ou d'adapter une méthode existante à ses besoins. Généralement, trois voire quatre approches méthodologiques sont appliquées au cours des activités de recensement de la faune en milieu naturel. Il s'agit notamment des méthodes des transects linéaires (White et Edwards, 2000), des captures (Wilson, 2005), de l'utilisation des caméras infra-rouges (Rowcliffe *et al.*, 2011 ; Nkwetaketu, 2011). En effet, la méthode d'échantillonnage de suivi des mammifères couramment utilisée est celle des transects linéaires car elle est la méthode dont les modèles mathématiques permettent actuellement d'obtenir les estimations les plus fiables des densités animales. Mais ces dernières années, des auteurs (Blake, 2005 ; Maréchal et Bastin, 2008 ; Kühl *et al.*, 2009 ; Legrand, 2014, van Vliet *et al.*, 2015) ont testé la technique dite du recce (marche de REConnaissanCE ou reconnaissance survey) en tant que complément aux transects linéaires pour le suivi des grands singes ou des éléphants en aires protégées. La collecte des données pendant les recce est similaire à celle des transects, sauf que la distance perpendiculaire ne doit pas être mesurée (White et Edwards, 2000).

Cependant, dans la présente thèse, la méthode de recensement des indices de présence du porc-épic à crête utilisée est celle des marches de reconnaissance. Ce choix fut dicté pour trois raisons : i) la superficie à échantillonner était très grande, ii) les densités animales y semblaient très faibles (Henschel, 2003) et iii) la méthode la plus facile à mettre en place au niveau logistique et la moins coûteuse dans une zone très isolée. Cette méthode est plus rapide, elle coûte moins cher et permet de couvrir une grande surface en un temps record et minimise l'impact potentiel de l'inventaire sur la zone et moins de données sont prises. De ce fait, l'échantillonnage n'est pas représentatif (Bout, 2006). Lors de la collecte des données sur le terrain en milieu naturel, seuls les indices indirects de présence situés dans une bande de 1 m de part et d'autre du centre de la ligne de marche sont enregistrés et géolocalisés au moyen d'un GPS. Egalement, certains éléments (type de végétation, sol, position topographique) sont notés chaque fois que l'indice est retrouvé afin de caractériser l'habitat. De même, les indices d'activités humaines sont relevés dans le but de déterminer les pressions ou menaces. Aussi, faut-il signaler que cette méthode de suivi est la plus adaptée, car le porc-épic à crête est une espèce terricole, discrète, nocturne et rare, et donc difficile à observer.

Cette approche méthodologique a été employée par plusieurs auteurs dans le suivi de la faune sauvage terrestre (Blake, 2005 ; Maréchal et Bastin, 2008 ; Kühl *et al.*, 2009 ; Legrand, 2014, van Vliet *et al.*, 2015). En effet, les origines de cette méthode proviennent d'un rapport non publié, *The Poor Man's Guide to Counting Elephants*, écrit par Richard Barnes en 1989 (Hall *et al.*, 1998 ; McNeillage *et al.*, 1998 ; Bout, 2006).

A partir des indices recensés lors des marches de reconnaissance, il a été calculé le taux de rencontre (ou indice de comptage kilométrique d'abondance relative : ICK) qui est le nombre de « signes/km ». Si généralement les chercheurs utilisent le nombre de crottes/km/espèce pour les mêmes raisons que les transects linéaires (Bout, 2005), il a été appliqué dans cette thèse le nombre de signes totaux en raison du très faible nombre de crottes. En effet, plusieurs facteurs (sol sableux, exposition au soleil en savane, forte humidité, etc.) accélèrent le processus de dégradation de la crotte au sein des habitats de l'aire d'étude. Cette méthode permet de calculer un indice kilométrique d'abondance relative par rapport aux signes laissés par les espèces. Elle permet aussi une comparaison spatio-temporelle de la distribution et de l'abondance de l'espèce (Bout, 2006). Mathot et Doucet (2006) proposent d'utiliser la méthode des Indices de Comptage Kilométrique (ICK) pour estimer l'abondance relative.

A l'aide d'un GPS, toutes les coordonnées géographiques des signes de présence du porc-épic à crête (crottes, piquants, terriers, empreintes, recherche d'alimentation, etc.) sont enregistrées. Le relevé

indique chaque indice (signe), végétation et autres informations relatives. Cette approche (recce), quoique simple demeure peu utilisée actuellement en écologie animale.

Après la discussion de l'approche méthodologique adoptée pour la réalisation de ce travail, les résultats obtenus sont discutés dans les sections qui suivent.

6.2. Ecologie du porc-épic à crête dans l'aire d'étude

Il est comparé dans cette section les résultats présentés dans cette thèse relatifs à la distribution du porc-épic à crête dans l'aire d'étude et son régime alimentaire.

6.2.1. Distribution du porc-épic à crête

Les signes identifiés lors des recces guidées et des diverses missions dans les aires protégées du Bénin (Pendjari et W-Bénin) attestent de la présence de *Hystrix cristata* dans l'habitat de savanes (arbustive et arborée), dans les formations saxicoles et galeries. Les signes inventoriés montrent que globalement le porc-épic à crête est distribué sur l'ensemble des aires protégées étudiées. Les signes montrent que l'espèce est plus inféodée aux savanes arbustives et formations saxicoles. Le porc-épic à crête est présent dans les savanes arborées et galeries forestières mais en faible abondance. Les principaux signes laissés par l'espèce sont les crottes, les piquants, les trous ou restes d'alimentation à proximité des essences végétales servant de nourriture et les terriers. Le régime alimentaire de l'espèce étant majoritairement constitué de plantes, l'espèce semble donc rare dans la réserve de biosphère du W-Bénin. L'espèce est adaptée aux zones accidentées. Sa distribution est selon toute vraisemblance limitée par le manque de présence de pierres ou cailloux dans l'habitat des savanes de la réserve de biosphère du W du Bénin et par la forte pression de braconnage dans cette réserve. Par conséquent, la concentration des porcs-épics à crête dans cette partie (réserve de la Pendjari) de l'aire d'étude très accidentée serait possible car les chasseurs ne s'y aventurent pas ou très peu. Enfin, cette zone est très importante car elle apparaîtrait comme la dernière zone refuge des porcs-épics à crête. De futurs travaux seraient nécessaires pour expliquer ces différences en termes de distribution et d'abondance de l'espèce.

Les résultats obtenus concordent avec ceux de Lamarque (2004) qui note que les porcs-épics à crête montrent une prédilection pour les zones accidentées et rocailleuses mais fréquentent également les formations végétales telles que : steppes semi-désertiques, savanes, forêts y compris la forêt dense où il est cependant moins fréquent qu'ailleurs. Selon Grubb *et al.* (2008), *H. cristata* habite la méditerranéenne sèche broussaille, les maquis, les friches, les steppes, les forêts et les zones rocheuses sèches en Méditerranée. En Afrique de l'Ouest, le porc-épic à crête est trouvé à la fois dans

les savanes boisées et formations forestières. Sa tanière est dans un terrier profond ou une grotte. Ainsi, selon Cheniti (2001), à El Haouaria (en Tunisie), le porc-épic à crête loge dans des terriers aménagés entre les rochers où la végétation est la plus dense et la plus diversifiée. Hufnagl in Mohamed (2011) note que les populations du porc-épic à crête manifestent une préférence aux sols accidentés et peuvent être observées dans les champs la nuit à la recherche de nourriture. Cuzin (2003) note que les populations du porc-épic à crête fréquentent les milieux forestiers clairs, les steppes arides surtout ligneuses, arborées ou non. En milieu saharien, l'espèce a été observée dans les formations de collines et dans une moindre mesure, dans les regs. Selon Aulagnier *et al.* (2015), *Hystrix cristata* colonisaient des milieux variés: massifs forestiers, maquis, steppes, terrains arides et rocheux... Les porcs-épics à crête sont aussi retrouvés proche des sources d'eaux (comme oued boussellam en Algérie) et des terriers proches des terres cultivées (Ounnas et Rachem, 2012).

6.2.2. Régime alimentaire

La distribution et l'abondance de *Hystrix cristata* dépendent tout d'abord du nombre de ressources alimentaires accessibles. La composition du régime alimentaire est très variée et est essentiellement constituée de fruits, de graines, de tubercules ou de racines, de bulbes, de gousses des espèces comme *Balanites aegyptiaca*, *Cochlospermum tinctorium*, *Vitellaria paradoxa*, *Adansonia digitata*, *Andropogon sp.*, *Citrullus lanatus*, *Ipomoea batatas*, *Discorea sp.*, *Manihot esculenta*, *Vigna reticulata*, etc. Le porc-épic à crête est donc en compétition avec l'homme qui cherche certaines plantes pour se nourrir. Il s'agit notamment de *Cochlospermum tinctorium* utilisée par les populations locales pour faire la sauce, les fruits de karité (*Vitellaria paradoxa*), le baobab (*Adansonia digitata*). L'espèce présente heureusement une grande capacité d'adaptation et est capable de modifier son régime alimentaire lorsque les ressources alimentaires sont rares.

Les résultats obtenus sont conformes à ceux de Oussou *et al.* (2007) qui indiquent que le porc-épic à crête se nourrit des racines de *Manihot esculenta* et de *Cochlospermum tinctorium*, des tubercules de *Discorea sp.* et de *Ipomoea batatas*, des feuilles de *Boerhavia sp.*, de *Manihot esculenta* et de *Lactuca sativa*, des graines de *Zea mays* et de *Sorghum sp.*, des fruits mûrs de *Annona senegalensis*, de *Vitellaria paradoxa* et de *Psidium guajava*. Ils mentionnent que les racines de manioc, les feuilles de *Boerhavia sp.* et de *Solanum nigrum* sont les plus consommées. Ohlsen (2010) fait observer que les fruits de *Gardenia sp.*, les gousses de *Piliostigma reticulatum*, de *Acacia tortilis*, de *Acacia seyal*, *Parkia biglobosa*, les capsules de *Adansonia digitata* (pains de singe de baobab), de *Bombax costatum* (kapokier rouge) et de *Ceiba pentandra* (fromager, kapokier), les drupes de *Ziziphus mauritiana*, de *Diospyros mespiliformis*, de *Lannea microcarpa* (raisinier), de *Detarium microcarpum*, de *Balanites*

aegyptiaca (dattier du désert, myrobolan d'Egypte) et de *Vitellaria paradoxa* y compris leurs amandes, les baies de *Annona senegalensis* (pomme cannelle du Sénégal) et de *Saba senegalensis* sont consommées par le porc-épic à crête.

Le porc-épic à crête n'a pas un régime alimentaire rigide. Il est parfois aussi ostéophage. A cet effet, il s'agit vraisemblablement du pica lié à une carence alimentaire (Lamarque, 2004). Selon Kingdon (1984) et Rachem et Ounnas (2012), le porc-épic à crête se nourrit parfois des insectes et des petits animaux et il n'est pas rare de rencontrer des peaux et os d'animaux dans leurs terriers. Ce qui leur apporterait le calcium et les différents sels minéraux qui leurs sont nécessaires. Ils se servent souvent aussi des os pour tailler et aiguiser leurs incisives. Pour Kingdon (1974), Brain (1980), Denys (1981), il accumule dans son terrier des quantités importantes d'ossements qu'il ronge à longueur de journée et représente à ce titre un agent important de l'accumulation d'ossements fossiles.

Le régime alimentaire du porc-épic à crête correspond à un type omnivore. La diversité des formes végétales utilisées (bulbes, fruits, baie, etc.) va dans le sens d'une attitude phytophage développée et ajustée à l'utilisation des ressources alimentaires disponibles. Même si le porc-épic à crête a une part carnée du régime alimentaire, celle-ci est moins importante lorsqu'on se penche sur la variation saisonnière. L'animal est en effet fortement végétarien. Pendant la saison sèche avec l'apparition des fruits secs et les baies, son régime est plus constitué de ces éléments, ce qui démontre aussi le caractère opportuniste du comportement alimentaire du porc-épic à crête. Ainsi donc, les variations saisonnières de la disponibilité en ressources alimentaires sont intégrées dans les choix alimentaires du porc-épic à crête. Tous ces éléments déterminant le comportement alimentaire apportent la preuve que l'espèce est dotée d'une capacité remarquable d'adaptation à son environnement. Toutefois, même si la composition du régime alimentaire du porc-épic à crête est influencée par plusieurs facteurs environnementaux, sa stratégie alimentaire répond toujours au principe de l'utilisation préférentielle des aliments d'origine végétale.

6.3. Formes de pressions et menaces sur les populations du porc-épic à crête

Il est présenté ici les résultats du présent travail relatifs aux pressions que subissent les porcs-épics à crête dans l'aire d'étude et les menaces. Ces résultats sont comparés à ceux d'autres auteurs ayant traité les aspects similaires dans leurs travaux.

6.3.1. Différentes formes de pressions

Dans l'aire d'étude, les actions humaines sont très prédominantes par rapport à celles naturelles. Elles se manifestent principalement par le pâturage (transhumance), le prélèvement des espèces végétales

(coupes de bois, collecte de pailles), le braconnage, les incendies (feux de végétation). Ces actions anthropiques perturbent la survie et le maintien des populations du porc-épic à crête. A cet effet, Rachem et Ounnas (2012) indiquent que le plus grand facteur de dégradation des formations végétales est l'incendie et la faune a moins de chances de survivre ou de se maintenir après un feu redoutable qui a tout dévasté.

Après ces pressions anthropiques sur le porc-épic à crête dans l'aire d'étude, il est discuté les résultats sur les relations porc-épic à crête et populations riveraines. D'après les déclarations des populations interrogées, le goût (très apprécié) de la chair du porc-épic à crête et du fait qu'aucun interdit alimentaire n'est lié à l'espèce explique cet attrait. Les résultats d'enquêtes montrent que les divers groupes sociolinguistiques interrogés utilisent le porc-épic à crête dans l'alimentation, la santé (médecine), l'ornement (décoration) et le commerce. Parmi ces utilisations, l'utilisation alimentaire et médicinale reste la principale. En général, ces usages sont indépendants du nombre d'utilisations de l'espèce (surtout les organes) mais ils conditionnent l'exploitation de l'espèce. De ce fait, le porc-épic à crête est chassé pour la consommation humaine et sa viande est considérée comme un mets de choix et les piquants sont utilisés dans la pharmacopée.

Les résultats obtenus sont conformes à ceux de l'UICN (2010) qui indiquent que le porc-épic à crête fait objet de prélèvement (chasse) pour la consommation dans des zones telles que l'Afrique du Nord et de l'Ouest. Au Maroc, l'animal est chassé pour sa chair (Cuzin, 2003). L'alimentation humaine constitue le premier usage de prélèvement procuré par le porc-épic à crête avec 100 % des expressions d'usage dans le cas du présent travail ce qui confirme les résultats obtenus par Monteil (1951) et Cuzin (2003) au Maroc. Cela est considéré par de nombreux auteurs comme le signe que les populations du porc-épic à crête subissent une pression d'utilisation importante (De Visser *et al.*, 2001 ; Cheniti, 2001 ; Cuzin, 2003; CITES, 2003). Ainsi l'espèce est en déclin et menacée au Maroc (Cuzin, 2003). Les populations du porc-épic à crête sont éteintes en Egypte depuis 1980 et dans les régions fortement peuplées de l'Ouganda depuis 1970 (Nowak, 1999 ; Amori et De Smet, 2016 ; www.iucnredlist.org).

Au Bénin, les données n'existent pas sur la dynamique des populations du porc-épic à crête. Toutefois, on peut admettre que l'effectif de l'espèce est en baisse de par la réduction de son aire de répartition qui se limite aux aires protégées (réserves de biosphère, forêts ou espaces classé(e)s). La disparition de *Hystrix cristata* de plusieurs zones de son aire de répartition fragmente celle-ci et renforce l'isolement de certaines populations.

Dans certaines parties de son aire de répartition, l'espèce est considérée comme une espèce nuisible et est parfois illégalement contrôlée avec des appâts empoisonnés, à cause de ses dégâts occasionnels

sur les cultures (Lamarque, 2004 ; Grubb *et al.*, 2008). Au Bénin, la viande de *H. cristata* est consommée et ses piquants sont vendus pour la pharmacopée africaine. Les piquants sont aussi utilisés à but ornemental. Ainsi, l'espèce est menacée par la chasse mais aussi par la réduction et la dégradation de son habitat naturel consécutivement aux activités humaines (De Visser *et al.*, 2001).

La pharmacopée (médecine africaine) constitue la deuxième catégorie de services d'approvisionnement citée par les populations interviewées dans l'aire d'étude si on se réfère au pourcentage d'expressions d'usages (80,35 %). Certains organes (piquant, estomac, queue) sont très sollicités par les prélèvements destinés aux soins car les produits pharmaceutiques conventionnels sont souvent, en raison de leurs coûts élevés, hors de portée des ménages.

Ces résultats corroborent ceux de Bellakhdar (1997) pour qui l'espèce est très recherchée en médecine africaine et en magie : les pattes sont utilisées comme talisman ou pour soigner diverses affections (maladies des seins), les piquants sont utilisés dans diverses fumigations destinées à des exorcismes, à stimuler la lactation ainsi que dans des remèdes contre les ophtalmies (affections inflammatoires des yeux). Les parties génitales externes de la femelle sont utilisées pour résoudre des problèmes de stérilité féminine (Cuzin, 2003). Les piquants et la queue du porc-épic à crête servent à soigner les maux d'oreille (Yaokokore-Beibro *et al.*, 2010), à lutter contre les maux d'œil, à faire de la magie, pour trouver mari, pour jeter un sort (Matter, 2005). Carbonisées, les piquants (épines) sont mélangés à du beurre de karité, la pommade est appliquée *loco dolenti* dans les cas de douleurs et de courbatures (Tchibozo et Motte-Florac, 2004). Certains organes tels le piquant, la queue servent à soigner les maux d'oreille (Yaokokore-Beibro *et al.*, 2010).

Dans la pharmacopée traditionnelle vétérinaire en République du Bénin, les parties du porc-épic à crête entrent dans la préparation des drogues minérales et surtout végétales pour lutter contre les maladies des animaux d'élevage. Ainsi, les racines sèches de *Nauclea latifolia* sont racées, pilées ensemble avec des intestins du porc-épic à crête. On obtient une poudre qui, conservée, est donnée à boire en cas de colique dans l'eau à l'animal souffrant (Assogba, 1984). Egalement, l'espèce est tuée pour ses piquants (poils), qui sont utilisés comme ornements et des talismans (porte-bonheur) (Nowak, 1991 ; De Visser *et al.*, 2001 ; Codjia et Assogbadjo, 2004). Les porcs-épics à crête sont considérés par les populations locales comme une décoration (piquant) et utilisés par les guérisseurs comme remède contre certaines maladies, pour leurs pouvoirs de séduction ou par les musiciens (Bout et Ghiurgh, 2013).

L'importance du porc-épic à crête dans les domaines culturel et cultuel est aussi édifiante. En effet, il est utilisé comme personnage dans les contes et proverbes. Egalement, il est employé dans l'art et la

religion. On peut avancer qu'en Afrique de l'Ouest, l'importance des porcs-épics est particulièrement marquée. Les proverbes y participent d'une richesse culturelle et d'un mode de communication singulier qui est peu familier. Selon Mogomba (2013), au Gabon, chez les Mitsogo un proverbe dit : « Là où l'on tue le porc-épic, il y reste toujours des piquants ». La signification est : « même si la plaie est cicatrisée, celle-ci reste toujours visible ». Alors, quel que soit le mode de capture d'un porc-épic, il y a toujours un indice qui peut guider ceux qui passent et se rendre compte qu'un porc-épic a été pris à l'endroit. Pour eux, dans cette société, il y a des problèmes qui commencent par deux individus issus des familles différentes et qui finissent par opposer finalement les deux familles. On voit là l'évolution d'un problème de la sphère individuelle à la sphère plus générale pour sociale. D'autres proverbes ont comme personnages le porc-épic (Diatta, 1998) : « Ici le porc-épic avait pourri avec ses piquants ». Ce proverbe permet de signaler un éventuel danger, une difficulté à des individus. « Si l'autre te lance un régime de palme, lance-lui un porc-épic ». Signifie que la sanction que nous infligeons à l'autre doit être proportionnelle à l'acte qu'il a posée à notre endroit. « Le dormeur ne tue pas de porc-épic ». Ce proverbe est cité à quelqu'un qui a manqué un partage ou quelque festivité parce qu'il s'est endormi. Il invite donc à la patience. Ainsi, on peut comprendre qu'il faut toujours être vigilant si l'on veut obtenir ce que l'on convoite. Il ne faut pas relâcher un instant.

Au Cameroun, les piquants de porc-épic sont utilisés dans la confection des masques, statuettes rituelle et magique des rois. En effet, statuettes rituelle et magique Zaa, bamendjing porte au front deux piquants de porc-épic symbolisant la réaction foudroyante et meurtrière de Zaa en cas de profanation du bois sacré. Cet objet est aussi utilisé comme matériel rituel de protection contre les sorciers et les esprits malfaisants d'individus morts pendus ou avec le ventre gonflé (Perrois et Notué, 1997). Pour le masque yengwerong, le front est percé de deux trous où seront fixées des épines de porc-épic qui ont un rôle de protection de la statuette ou de la personne qui la porte. C'est un masque rituel qui intervient lors de l'intronisation du nouveau fon (Perrois et Notué, 1997).

Dans l'aire d'étude, bien qu'aucun tabou ou totem n'est lié à la consommation de la viande du porc-épic à crête, il est parfois interdit aux femmes en état de grossesse de consommer sa viande. Mais au Burkina Faso, selon Dibloni *et al.* (2013), les familles des populations riveraines de la Réserve de Biosphère de la Mare aux Hippopotames ayant le patronyme Millogo dans l'ethnie Bobo ont le porc-épic à crête comme totem.

A l'issue des travaux d'enquêtes, aucune information relative au prix de vente de la viande n'a été mentionnée. Par contre, les prix sont indiqués pour le piquant selon sa taille et sa grosseur. Ainsi, les prix varient de 50 F à 300 FCFA. Selon Chaber *et al.* (2010), l'importation la plus fréquente du Congo

est celle de porc-épic à crête (*Hystrix cristata*) dont le coût se situe entre 20 et 30 euros le kilo à Paris soit entre 25 et 40 dollars. On considère un prix par kilo moyen de 33 \$/kg. Au regard des quantités et du prix évalués, le chiffre d'affaires brut s'élève donc à 1 million de dollars par an.

6.3.2. Menaces

L'identification des principales menaces pour la population du porc-épic à crête autour des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin, a été basée sur les informations obtenues pendant les recensements, lors des interviews de terrain et sur la revue bibliographique des travaux qui ont été faits auparavant et qui traitent du sujet. Diverses causes concourent à la régression des populations du porc-épic à crête au Bénin et notamment dans l'aire d'étude. Il s'agit du braconnage, de la destruction et altération de l'habitat, le changement climatique, la croissance démographique, la transhumance ou le pâturage observé(e) dans les réserves. En effet, le braconnage est une des principales menaces pour l'espèce. Des témoignages sur le braconnage ont été recueillis dans les villages prospectés. Le braconnage paraît être une pratique relativement fréquente, conformément aux nombreuses indications directes et indirectes récoltées sur le terrain pendant la présente étude. Cette chasse illégale pourrait expliquer la rareté ou le déclin de la population du porc-épic à crête au Bénin en général et en particulier dans l'aire d'étude. Les résultats d'enquêtes indiquent que l'espèce a subi un fort recul et est devenue une espèce très peu représentée (rare) à cause des pressions qu'elle subit. De plus, les causes additionnées de diminution des populations du porc-épic à crête sont nombreuses. La transhumance est souvent accompagnée de braconnage de subsistance. Le braconnage est cependant la pression la plus souvent mentionnée par les gestionnaires des ressources de faunes sauvages. Il y cause d'énormes dégâts dont les conséquences principales sont la diminution directe de la faune, la rupture de l'équilibre écologique et finalement la perte de biodiversité.

Les résultats similaires ont été obtenus par AGEFORE (2002) et Maïga *et al.* (2009) qui indiquent que le porc-épic à crête est déclaré comme espèce rare par les populations riveraines de la réserve de biosphère de la Boucle du Baoulé (Mali). La pression démographique, quant à elle, a pour conséquence, la pollution sous diverses formes (résidus domestiques). Les risques de pollution sont dûs aussi à l'agriculture (utilisation d'intrants chimiques pour le coton, autour du W, de la Comoé ou du NiokoloKoba par exemple) et à l'exploitation minière (comme le fer au Nimba, le pétrole près du Banc d'Arguin, l'or en amont du NiokoloKoba...) à la lisière de certaines de ces aires protégées (UICN/PAPACO, 2009). PRIODE (2006) mentionne que l'attraction migratoire que ces zones exercent sur les populations des régions défavorisées, la transhumance des animaux et le développement de la culture cotonnière constituent de sérieux facteurs de dégradation de l'environnement. La surexploitation

des terres est considérée comme la principale cause de la dégradation du couvert végétal et de réduction de la biodiversité (Sounon-Bouko *et al.*, 2007). Ce phénomène s'observe dans plusieurs régions d'Afrique de l'Ouest (Darkoh, 2003 ; Ariori et Ozer, 2005 ; Sawadogo *et al.*, 2008).

Par ailleurs, la chasse de subsistance dans certaines zones du complexe pourrait éventuellement contraindre les porcs-épics à crête à établir leurs domaines vitaux uniquement dans les milieux strictement protégés. Jusqu'à présent, les porcs-épics à crête des réserves de biosphère de la Pendjari et du W-Bénin semblent avoir souffert de la chasse intensive comme dans les autres régions de son aire de répartition.

Au Bénin, les données n'existent pas sur la dynamique des populations du porc-épic à crête. Toutefois, on peut admettre que l'effectif de l'espèce est en baisse de par la réduction de son aire de répartition. La disparition de *Hystrix cristata* de plusieurs zones de son aire de répartition fragmente celle-ci et renforce l'isolement de certaines populations.

6.4. Prédiction de la répartition de l'habitat de *Hystrix cristata* dans l'aire d'étude

Le logiciel MaxEnt a généré un modèle performant comme le démontre leur $AUC \geq 0,8$. Le sol (type de sol), la précipitation annuelle et l'indice normalisé de la végétation (NDVI : Normalized Difference Vegetation Index) sont les variables les plus importantes de ce modèle indiquant que la topographie de l'aire d'étude influence fortement la présence du porc-épic à crête et que le type d'habitat (végétation) joue un rôle déterminant dans la répartition de cette espèce dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin. De plus, la probabilité de présence du porc-épic à crête est plus élevée dans la réserve de biosphère de la Pendjari là où se concentrent les végétations sur affleurements rocheux et les savanes arbustives. L'altitude et la précipitation annuelle semblent donc jouer un rôle moins important sur la probabilité de présence. Enfin, le sol est la variable qui induit le plus de perte de gain lorsqu'elle est exclue du modèle ce qui indique qu'elle apporte une information complémentaire importante à la modélisation de la répartition spatiale du porc-épic à crête.

L'expansion de la répartition de cette espèce vers le nord-est de l'aire d'étude serait en grande partie dépendante de la présence de savanes arbustives. Cependant, si la proportion de milieux fermés (savanes arborées et forêts) devient trop importante, la probabilité de présence du porc-épic à crête diminue, ce qui démontre que cette espèce a aussi besoin de peuplements savanicoles pour se maintenir sous nos latitudes.

Les données de présence issues de la récolte lors des travaux de collecte dans les réserves donnent une image de la répartition du porc-épic à crête au début de la saison des pluies, la période sèche.

Ainsi, le modèle ne tient pas compte des milieux utilisés durant les autres saisons de l'année, ce qui peut biaiser les résultats et il n'est pas démontré que les porcs-épics à crête pourraient utiliser les habitats disponibles de façon différente selon les saisons. De plus, les erreurs de précisions dans la localisation des sites de présence lors de l'enregistrement sont inconnues mais probablement importantes. Par contre, le fait que les données de présence soient traitées à l'échelle de cellules de 1 km² sans possibilité de doublon réduit l'impact de ces imprécisions sur les modèles.

Il existe une approche de modélisation alternative à MaxEnt lorsqu'on ne dispose que de données de présence. On peut construire un modèle en échantillonnant au hasard les variables environnementales afin de constituer une base de données de pseudo-absence (ou de disponibilité) et de comparer les valeurs des sites de présence avec les sites de pseudo-absence à l'aide de modèles appropriés. Cette procédure doit cependant être faite avec soin car la sélection des sites de pseudo-absence va conditionner le type de modèle qui pourra être utilisé (Pearce et Boyce, 2006 ; Blanchette et Landry, 2015). Comme les sites de présence ne sont pas issus d'un échantillonnage aléatoire strict, les inférences issues des modèles de probabilité d'occurrence peuvent être biaisées (Royle *et al.*, 2012).

Le modèle de répartition qui a été généré dans cette thèse tient compte de la présence actuelle de cette espèce sur le territoire. L'aire de répartition du porc-épic à crête va probablement augmenter au cours des prochaines années étant donné le comportement de dispersion de cette espèce. Les populations du porc-épic à crête vont investir de nouveaux territoires et pourront éventuellement s'y maintenir si l'habitat et le climat sont favorables. Le nombre d'individus au sein des populations actuelles devrait augmenter et entraîner la fréquentation plus ou moins régulière d'habitats moins favorables dans les secteurs où l'espèce est déjà présente. Les changements climatiques annoncés risquent éventuellement d'influencer la répartition des espèces fauniques, incluant le porc-épic à crête. Pour toutes ces raisons, il serait pertinent de refaire une modélisation dans quelques années afin de mettre à jour l'aire de répartition potentielle du porc-épic à crête et si possible à l'échelle du Bénin entier.

L'utilisation des modèles pour rendre compte de la dynamique des habitats des espèces de flore et de faune appelée la modélisation des habitats ou des niches écologiques des espèces a connu un essor récent en écologie, en biogéographie et se révèle être un outil pertinent pour déduire les exigences écologiques des espèces à partir de leurs aires de distribution et ainsi prédire leurs modifications dans un contexte de changement global. La connaissance de la distribution (présence ou d'absence) d'espèces animales au niveau du paysage est importante pour les décisions de gestion des habitats et de la faune (Delahaye, 2006 ; Loughbégnon, 2015). Les modèles d'habitat ont été développés pour prédire la présence, la distribution géographique ou la taille des populations des espèces de la faune et

de la flore par association des caractéristiques des espèces à celles de leur environnement (Morrison *et al.*, 1992 ; Loubégnon, 2015). La variété de types de modèles d'habitat reflète la diversité des objectifs pour lesquels ces modèles sont développés. Quelle que soit la démarche adoptée, l'espèce étudiée ou le milieu considéré, le modèle d'habitat établit une relation entre une ou plusieurs variables indépendantes (les variables habitat) et une variable dépendante (la réponse de l'espèce). Ces modèles sont généralement utilisés dans le but de déterminer la qualité d'un habitat à une échelle donnée pour certaines espèces (Delahaye, 2006 ; Loubégnon, 2015). Au Bénin, des études ont été publiées sur la modélisation des données de l'habitat des taxons mais la majorité de ces études portait sur la flore (Fandohan *et al.*, 2011 ; Gouwakinnou *et al.*, 2011 ; Sodé, 2013 ; Gbesso *et al.*, 2013). Toutefois, des études portent sur la faune en général (Loubégnon, 2015). Aucune étude relative à la modélisation de l'habitat ou niche écologique du porc-épic à crête notamment au Bénin n'a été faite.

D'un point de vue général, les modèles d'habitats impliquent l'indépendance statistique de la variable réponse. Or, cette hypothèse est violée en présence d'auto-corrélation spatiale et/ou temporelle (Guisan et Zimmermann, 2000 ; Redfern *et al.*, 2006). Dans la présente thèse, aucune auto-corrélation n'a été constatée au sein des données. L'indépendance entre les observations est donc bien vérifiée. Par ailleurs, les modèles construits à partir des données relevées sur le terrain supposent que les principes de stationnarité et d'isotropie sont respectés, c'est-à-dire qu'ils présument que les relations espèces-environnement sont constantes temporellement et sur toute la zone d'étude quelle que soit la direction (Guisan et Zimmermann, 2000 ; Schabenberge et Gotway, 2005 ; Racine, 2015). Bien qu'on ne puisse pas les tester directement avec les données utilisées dans le cadre de la présente recherche, ces deux hypothèses ont été considérées comme acquises. Comme cités ci-dessus, tous les modèles estiment que toutes les covariables ainsi que la variable réponse sont mesurées sans erreur. En termes de modélisation d'habitat, cela implique donc une détectabilité parfaite des individus. Or, dans cette étude, l'inventaire des porcs-épics à crête suivant la méthode de marche de reconnaissance (Recce) a fait ressortir le fait que le biais pouvant être apporté par une mauvaise détectabilité est négligeable, vérifiant ainsi cette dernière hypothèse.

Les modèles de distribution ont connu des avancées substantielles pour comprendre les différences dans les projections, notamment dans le futur des différentes techniques de modélisation (Lawler *et al.*, 2006 ; Pearson *et al.*, 2006 ; Thuiller *et al.*, 2014). Diverses techniques de modélisation largement sont répandues : des méthodes de régression (GLM : Generalized Linear Model, GAM : Generalized Additive Model, GBM : Generalized Boosting Model, MARS : Multiple Adaptive Regression Splines, FDA : Flexible Discriminant Analysis), de classification hiérarchique (CTA : Classification Tree Analysis),

d'enveloppe (SRE : Surface Range Envelop), d'apprentissage (RF : Random Forest) et d'entropie maximale (MaxEnt : Maximum Entropy) (Monnet, 2014).

L'aire sous la courbe ROC (AUC) une méthode graphique (Fielding et Bell, 1997). Une bonne performance des modèles (généralement des valeurs d'AUC supérieure à 0,8 (Araújo *et al.*, 2005) est caractérisée par une courbe ROC qui maximise la proportion de succès dans la prédiction des présences (vrais positifs, sensibilité) pour des faibles valeurs de faux positif (1-spécificité). C'est une évaluation qui est indépendante du seuil utilisé pour discriminer les présences/absences. En revanche, ce critère a été l'objet de critiques concernant le biais potentiel dans la précision parce qu'il varie avec des paramètres tels que la prévalence (la proportion de sites dans laquelle une espèce est enregistrée comme présente), le nombre de pseudo-absences et l'étendue de la zone d'étude utilisée dans les modèles (Lobo *et al.*, 2008) ce qui pose donc des problèmes particulièrement quand il s'agit de comparer des espèces ou des espaces différents. Cependant, dans la présente étude, elle a été utilisée pour comparer des modèles pour une seule espèce en utilisant les mêmes données de présences et de pseudo-absences dans la même aire géographique.

La question de comment prendre en compte la variabilité dans les projections dues aux conditions initiales, aux différents algorithmes et à leur paramétrisation est une question toujours ouverte (Thuiller, 2014 ; Monnet, 2014). Les méthodes consensuelles constituent une première réponse (Araújo et New, 2007) à condition de ne pas seulement extraire la valeur moyenne grâce aux différentes méthodes mais également de montrer la variabilité autour de ces moyennes (Rocchini *et al.*, 2011 ; Leroy *et al.*, 2014).

Dans les présents travaux, l'incertitude autour de la modélisation du climat est prise en compte. Les projections futures ont été modélisées sous deux scénarii de changements climatiques, un scénario moyen (RCP4.5) et un scénario sévère (RCP8.5) pour considérer l'évolution du climat sous les différents développements : scénarii économiques et sociétaux envisageables. La modélisation de niche écologique a permis d'explorer l'influence d'une dizaine de variables environnementales sur la répartition du porc-épic à crête. Certaines variables comme l'altitude, le sol, la végétation (indice normalisé de végétation, NDVI), la précipitation annuelle paraissent bien expliquer la répartition de l'espèce.

6.5. Limites des méthodes et protocoles employés

Le porc-épic à crête est une espèce discrète et son activité essentiellement nocturne. Son observation directe est difficile. Les résultats de cette étude reposent sur des observations indirectes en milieu naturel et des enquêtes au sein des populations riveraines. La récolte des indices de présence s'avère alors être une bonne méthode alternative ou complémentaire mais la récolte des fèces peut être source

de confusion avec d'autres espèces lors de l'identification des fèces. Les méthodes adoptées ont permis d'avoir un aperçu sur la distribution, la composition du régime alimentaire du porc-épic à crête et de connaître les perceptions des populations vis-à-vis de l'espèce. Les méthodes comportent toutes une part d'erreur et de biais qu'il importe d'évaluer dans le traitement des données collectées. En effet, il existe une incertitude importante due à l'échantillonnage dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin. Une estimation de l'abondance de l'espèce (puisque l'on n'a échantillonné qu'une partie de l'aire ou de l'habitat) est alors déterminée. Le suivi de l'espèce à partir du recensement des indices indirects de présence possède des limites en ce sens que des difficultés à reconnaître les espèces et à savoir si les signes observés correspondent à un seul ou plusieurs animaux subsistent. La méthode de marche de reconnaissance (recce) adoptée dans cette étude se révèle être une technique peu coûteuse, relativement simple et fournissant des résultats très appréciables. Si cette méthode a permis d'obtenir des informations sur l'abondance de l'espèce dans un habitat, elle ne renseigne pas sur la dynamique démographique qui nécessite une répétition des prospections dans le temps. Cependant, cette méthode ne donne que très peu d'informations sur l'abondance du porc-épic à crête. Bien que les recces procurent facilement des informations sur les activités des porcs-épics à crête, elles ne procurent pas un portrait détaillé des types d'habitats dans lesquels se concentrent les porcs-épics à crête aux fines échelles temporelles et spatiales. Les recces n'offrent pas la résolution temporelle nécessaire pour distinguer les activités nocturnes des porcs-épics à crête, distinction pourtant essentielle dans l'écologie de cette espèce.

Aussi, la méthode des recces requiert-elle la supposition que les individus et les groupes sociaux sélectionnent les habitats de la même manière, ce qui est probablement faux (Idiata-Mambounga, 2008). De plus, il est impossible de mesurer avec précision la taille ou l'emplacement des domaines vitaux utilisés par les porcs-épics à crête suivant cette méthode. Egalement, il faut noter que la méthode n'a pas permis d'établir le lien entre l'abondance des ressources alimentaires et des porcs-épics à crête dans un habitat.

L'étude du régime alimentaire du porc-épic à crête dans cette thèse est essentiellement basée sur les déclarations des interviewés et les observations des signes d'alimentation sur le terrain lors des travaux. Ce qui n'explique pas bien la composition du régime alimentaire de l'espèce. Cette approche devrait être combinée avec des analyses des crottes ou des contenus stomacaux de l'espèce ou encore des analyses isotopiques. Egalement, il n'a pu être montré l'influence de la saisonnalité dans le choix des ressources consommées, leur disponibilité et leur abondance. Pour ce qui concerne les connaissances ethnozoologiques, les résultats sont à prendre avec beaucoup de circonspection surtout

pour les utilisations pharmacologiques car les analyses biochimiques ne sont pas effectuées. De même la posologie n'est pas déterminée. Ces différentes faiblesses trouvent vraisemblablement leur justification dans les contraintes de terrain et à la disponibilité des moyens logistiques et financiers.

Compte tenu de l'importance de la problématique de la conservation et de la gestion durable des ressources naturelles notamment de la faune sauvage qui connaît une détérioration continue à travers le monde et surtout au Bénin, il est indispensable que des mesures de protection et de conservation du porc-épic à crête soient proposées.

6.6. Mesures de conservation du porc-épic à crête et d'aménagement des habitats

La conservation de la biodiversité fait partie des enjeux importants car elle englobe toutes les richesses naturelles mondiales et suppose des actions simultanées de concertation à l'échelle locale, régionale et internationale. Pour assurer la survie des porcs-épics à crête, différentes stratégies de conservation peuvent être appliquées. Les approches se multiplient et les conclusions des études scientifiques n'isolent aucune solution idéale. Chaque moyen comporte ses avantages et ses inconvénients et les plus intéressants sont ceux qui misent non seulement sur la conservation d'une espèce en particulier mais sur l'ensemble de la biodiversité.

Pour certaines espèces fortement menacées comme le porc-épic à crête, la conservation *in situ* n'est plus suffisante pour le rétablissement et le maintien des populations. Dans ce cas, la conservation *ex situ* peut être réalisée, conservation d'une espèce dans un milieu qui n'est pas son habitat naturel. Cette pratique peut assurer plusieurs fonctions : veiller au bien-être des animaux dans un milieu le plus naturel possible, favoriser la récréation et l'éducation du public et mener à terme des programmes de recherche et de conservation. Ainsi, une stratégie de conservation de l'espèce à travers la promotion de la domestication pourrait être envisagée.

L'élevage du porc-épic à crête pourrait constituer une activité qui peut représenter un moyen de développement économique des zones rurales périphériques des aires protégées. Le déclin considérable des populations sauvages du porc-épic à crête dans toute son aire de répartition et notamment au Bénin est un exemple des effets des différentes menaces que subit l'espèce. Au regard de l'importance de la faune sauvage dans la vie des hommes, des actions sont nécessaires pour sa gestion durable. Afin d'assurer la conservation et la gestion durable du porc-épic à crête dans au Bénin, il serait donc indispensable qu'une loi concernant sa protection soit votée et effectivement appliquée. Même s'il semble difficile d'empêcher les prélèvements illégaux sur le terrain, des actions peuvent être menées pour réduire cette pression. Par exemple une sensibilisation des agents de terrain des Eaux et Forêts à la détection de cette espèce discrète permettrait d'améliorer les données au niveau quantitatif

et qualitatif. Aussi, faudrait-il informer et sensibiliser les populations riveraines sur l'importance d'une utilisation durable des ressources naturelles. Pour une espèce globalement si peu connue, la collecte de données biologiques et le lancement de programmes de recherche permettraient de mieux suivre l'évolution des effectifs et de cadrer les mesures de gestion.

Dans les contextes démographique et économique actuels, la seule conservation des ressources naturelles n'est plus suffisante pour assurer le minimum de biens et de services nécessaires aux hommes. La reconstitution des écosystèmes, une recherche et suivi scientifique, une valorisation culturelle et la mise en œuvre d'un programme d'éducation et de sensibilisation relative aux porcs-épics à crête doivent être entreprises. La mise en place de centres de reproduction en captivité par des organismes de développement gouvernementaux et non-gouvernementaux pourrait procurer un stock fondateur permettant de réduire le taux de prélèvement de l'espèce sauvage. Son élevage fournirait de la viande et permettrait d'éviter la diminution et même l'extinction ; il constituerait une source de revenus économiques pour les populations. De plus, des programmes de sélection génétique visant à développer des indices de reproduction plus élevés pourraient être appliqués.

Par ailleurs, deux types de piquant (blanc noir annelé et blanc unique) ont été recensés dans la réserve de biosphère de la Pendjari. La question de la présence du porc-épic à crête « mutant » (« *albinos* ») se pose. L'espèce semble donc très rare dans cette réserve. L'hypothèse donc que quelques spécimens du porc-épic à crête « mutant » survivent dans les réserves de biosphère du Bénin semble tout à fait possible dans les formations saxicoles de la réserve de biosphère de la Pendjari. De futures prospections et l'utilisation de pièges photographiques pourraient être fort utiles pour apporter une preuve officielle de la présence du porc-épic à crête « mutant » dans les réserves de biosphère du Bénin. A cet effet, un programme de recherche pourrait être mise en œuvre pour étudier la dynamique des populations de porc-épic dans la région. Les actions de conservation et de préservation du porc-épic à crête contribueront à la conservation de la diversité biologique au niveau des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin car cela permettra de sauvegarder des habitats, des échantillons représentatifs des écosystèmes et des espèces animales. Aussi, contribueraient-elles à la création d'emplois. Les populations locales seront impliquées dans de nombreuses activités (emplois de surveillants, assistants en suivi écologique, accompagnateurs/pisteurs des chercheurs sur le terrain, etc.) à l'intérieur et à l'extérieur de ces aires protégées. La préservation ou la conservation du porc-épic à crête et la valorisation à travers l'écotourisme et culturelle pourraient être constituée une plus-value pour les populations riveraines et les gestionnaires. Le porc-épic à crête est d'une importance socio-culturelle car il entre dans l'alimentation humaine (viande) et pharmacologique (médecine africaine).

Les résultats obtenus ont permis de contribuer à l'approfondissement des connaissances sur l'écologie et les relations entre le porc-épic à crête et les hommes. De même, les données collectées sur la composition du régime alimentaire ont permis de comprendre le comportement alimentaire de l'espèce. Par ailleurs, des études en captivité et des analyses microscopiques des fèces ou d'estomacs sont nécessaires pour affiner surtout les hypothèses sur la composition alimentaire. De par sa discrétion et son activité essentiellement nocturne, l'observation directe du porc-épic à crête est difficile. Cependant, la détection est primordiale pour réaliser des études sur une espèce, qu'elles soient biologiques, démographiques, écologiques ou autres, mais aussi pour avoir une meilleure connaissance de sa répartition et pouvoir évaluer son statut de conservation. En dépit des nombreux aspects abordés dans la présente étude, d'autres axes de recherche sont nécessaires pour une meilleure connaissance des populations du porc-épic à crête.

6.7. Perspectives

Afin de poursuivre les recherches et d'approfondir l'étude de cette espèce dans le but d'assurer au mieux sa protection, il serait souhaitable dans un avenir proche de procéder à d'autres études en y ajoutant d'autres moyens et techniques en particulier :

- étudier la dynamique des populations du porc-épic à crête dans l'aire d'étude en utilisant des outils plus performants comme des caméras photos, des pièges pour capture afin de prendre des images, des mesures morphométriques ;
- faire des études phylogénétique de l'espèce afin de déterminer s'il s'agit d'une sous-espèce ou pas ;
- faire des études génétiques et parasitaires afin de détecter d'éventuelles maladies pouvant être transmises par l'animal à l'homme. Le porc-épic à crête peut souffrir à l'état naturel mais aussi à l'état captif de maladies alimentaires. Les maladies alimentaires sont peu étudiées, aucune donnée concernant les carences ne sont disponibles. ;
- étendre la durée de l'étude qui apporte une meilleure connaissance du régime alimentaire avec des techniques plus performantes comme les analyses microscopiques des crottes et isotopiques afin de récolter, tout en préservant l'animal, plus d'informations et de précisions sur une période plus longue et couvrant les deux périodes (sèche et humide) ;
- compléter et élaborer un atlas épidermique des espèces végétales appréciées par l'espèce ;
- développer des stratégies de conservation de l'espèce telle le "*game ranching*" ou élevage en captivité étroite.

Dans ce chapitre, les résultats obtenus sur l'étude de l'écologie et des connaissances endogènes sur les valeurs et les rapports des populations avec le porc-épic à crête sont discutés afin de les comparer

à ceux d'autres auteurs. Cette discussion a permis de comprendre que plusieurs auteurs s'accordent sur le fait que le porc-épic à crête a une préférence pour les zones rocheuses. Egalement, il est remarqué que le porc-épic à crête est un dévastateur des cultures de par son régime alimentaire. Les valeurs des connaissances ethnozoologiques des porcs-épics à crête dans l'aire d'étude revêtent une importance socio-économique pour les populations ce qui est conforme aux résultats de plusieurs autres auteurs. Jusqu'à nos jours, aucune étude pharmacologique n'a jamais été menée afin de démontrer l'efficacité ou l'effet des divers produits issus des porcs-épics à crête utilisés par les tradipraticiens ou par d'autres personnes.

Conclusion partielle

Cette étude a permis de renforcer les connaissances sur l'écologie et les rapports des populations avec le porc-épic à crête au Bénin. Pour améliorer ces connaissances, il est mis au point plusieurs outils et méthodes permettant d'apporter une série d'informations concernant la distribution du porc-épic à crête, les menaces, les perceptions des communautés et même son régime alimentaire ce qui a permis d'aboutir à des résultats importants, lesquels sont comparés à ceux obtenus par d'autres auteurs sur l'espèce dans d'autres milieux. Les résultats de cette étude reposent sur des relations indirectes. Une comparaison des résultats obtenus avec ceux d'autres auteurs a permis de mieux comprendre l'écologie et les relations entre le porc-épic à crête et les hommes. Ainsi, il est remarqué que les populations du porc-épic à crête fréquentent divers habitats dans son aire de répartition. Aussi, sont-elles chassées illégalement et non rationnellement pour leur viande et constituent donc une source de protéines animales. De même, le porc-épic à crête à travers ses organes est exploité dans la médecine pour le bien-être des populations. Les différentes pressions (chasse et destruction des habitats) exercées sur le porc-épic à crête notamment le braconnage intensif peut provoquer sa disparition comme le cas de certaines espèces qui ont disparu de la terre. Egalement, cette discussion a permis de comprendre que le porc-épic à crête comme les rongeurs en général cause de dégâts sur les cultures ce qui peut être expliqué par ses préférences alimentaires. Les résultats obtenus et discutés dans ce document sont issus des travaux de recherche dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin et des enquêtes dans certains villages riverains. Ces résultats ont permis d'avoir une connaissance sur les habitats fréquentés par les populations du porc-épic à crête dans ces réserves de biosphère. De même, ils ont permis d'évaluer le rôle de cette espèce dans la vie des populations locales. Ainsi, les produits et sous-produits de l'espèce interviennent dans la l'alimentation, la culture, la religion et la pharmacopée africaine des populations dans son aire de répartition.

CONCLUSION GENERALE

Le porc-épic à crête (*Hystrix cristata*) est une espèce aux mœurs nocturnes et au mode d'alimentation omnivore. La présente étude comporte cinq objectifs principaux distincts mais complémentaires qui constituent avant tout une base de réflexion pour les gestionnaires des réserves et autres acteurs œuvrant pour la conservation de la faune et son habitat. En effet, bien que le protocole de recherche ne permette pas de répondre de façon précise et sans équivoque aux quatre premiers objectifs, une analyse qualitative des résultats en relation avec la littérature courante a permis de dégager certaines conclusions. Les résultats de cette étude montrent que le porc-épic à crête est présent et bien distribué dans les aires protégées du Bénin notamment les Réserves de Biosphère de la Pendjari et du W du Bénin. Cette affirmation est rendue possible par l'analyse des traces (crottes, piquants, signes de recherche d'alimentation, terriers, etc.) de l'espèce observées dans l'aire d'étude. La présence d'habitats propices aux porcs-épics à crête, l'existence de conditions de protection contre les prédateurs et la disponibilité de ressources alimentaires (fruits de balanites, de karité, les plants de cochlospermum à teinture, les baies de baobab, etc.) pour le porc-épic à crête auraient permis sa présence. Cependant, le faible taux de rencontre des indices de présence de la population du porc-épic à crête dans les réserves concernées et leurs périphéries au cours des dernières années vraisemblablement en réponse à la pression de chasse et de dégradation des habitats, laisse croire à un déclin éventuel de cette espèce. Les prélèvements illégaux de l'espèce, les pressions anthropiques et les effets climatiques risquent alors si non contrôlés, d'accentuer ce déclin et de retarder voire même d'annuler une reprise du taux de croissance de la population.

Au Bénin, comme dans bon nombre de pays où le porc-épic à crête est présent, le braconnage est le premier facteur de régression. Il constitue un véritable fléau et menace dangereusement la survie non seulement des espèces de faune sauvage mais aussi celle des populations humaines vivant dans les localités riveraines et dépendant de cette ressource. De plus, l'évitement par le porc-épic à crête des milieux boisés (savanes arborées, galeries forestières) et le fait que les faibles fréquences de rencontre des indices de présence ont été enregistrées dans ces habitats suggèrent que cela pourrait agir comme barrière aux déplacements des individus et ainsi isoler la population dans les secteurs. Les habitats de savanes arbustives et formations saxicoles, présents davantage dans la réserve de biosphère de la Pendjari, semblent importants pour la population du porc-épic à crête. Ces milieux ont constitué des sites privilégiés pour la recherche de nourriture et protection en plus de servir de refuge spatial. Les porcs-épics à crête fréquentent plus les savanes arbustives et formations sur affleurements rocheux (formations saxicoles) où ils trouvent probablement de quoi satisfaire leurs besoins. Leur accès

privilegié aux savanes arbustives et formations saxicoles dénote d'un intérêt particulier à la végétation moins abondante en arbres. La population du porc-épic à crête semble donc bien implantée dans le secteur des réserves de biosphère du Bénin.

La différence sur le mode d'exploitation de son habitat naturel constitue un moyen pour mieux exploiter les ressources disponibles et pour éviter les compétitions intraspécifiques en termes d'espace et de ressources. Malgré la restriction de la répartition spatiale du porc-épic à crête et de sa préférence absolue des savanes arbustives et formations saxicoles, cette espèce présente une tolérance remarquable aux habitats pourvus en espèces ligneuses (les savanes arborées, les forêts, les galeries forestières). Cela suggère que les facteurs écologiques en particulier la température (basse) et l'humidité (élevée) jouent un rôle déterminant dans la répartition spatiale de cette espèce. Cette préférence écologique en faveur de la forêt sèche distingue l'animal d'une espèce sœur, l'athérure africain (*Atherurus africanus*) qui est inféodé à la forêt pluviale et humide de basse altitude. Cette espèce est actuellement soumise à une exploitation illicite et à une dégradation graduelle de son habitat préférentiel. A partir des résultats obtenus, fruit de plusieurs sorties sur le terrain et d'investigations, les conclusions suivantes constituent une contribution à la compréhension de la réalité des porcs-épics à crête dans les réserves de biosphère du Bénin. Elles mériteraient certainement d'autres travaux de confirmation et d'approfondissement.

Malgré une baisse anticipée au cours des prochaines années due à la chasse et à une disponibilité de nourriture relativement faible, la capacité très élevée de dispersion de l'espèce, son caractère opportuniste et le fait qu'elle domine l'ensemble de ses compétiteurs potentiels (mis à part le loup qui est absent de l'aire d'étude) devraient permettre à la population de persister. L'analyse spatiale de l'ensemble des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin et les zones périphériques apporte une vision globale et complète de la fréquentation de cette région du Bénin par le porc-épic à crête. Les diverses analyses réalisées permettent d'établir des cartes de référence concernant sa distribution et les caractéristiques environnementales de son habitat préférentiel. Les deux réserves de biosphère étudiées présentent des conditions environnementales variées et donc des habitats potentiels pour le porc-épic à crête. Bien que le modèle utilisé ait permis de prédire d'une manière "réaliste" la distribution spatiale des habitats du porc-épic à crête, leur fiabilité dans le futur reste évidemment plus difficile à évaluer. Les incertitudes sont fortement dépendantes des variabilités des outputs du modèle climatique utilisé. Cependant, malgré l'incertitude liée aux méthodes de modélisation empirique et au choix du modèle climatique, les résultats obtenus donnent un premier aperçu sur ce que pourrait être la composition spécifique et la distribution spatiale des habitats favorables des porcs-

épics à crête dans la zone actuellement et vers la moitié du siècle (horizon 2055). Les prédictions de la distribution des habitats favorables futurs à l'horizon 2055 sous les scénarii 4.5 et 8.5 ont été réalisées. La technique de modélisation utilisée, basée sur le principe d'entropie maximale (MaxEnt) combinée avec le Système d'Information Géographique (SIG) a permis d'éditer des cartes d'habitats favorables.

Certaines conclusions peuvent être tirées de l'ensemble des analyses statistiques effectuées sur les données du porc-épic à crête. Les principaux éléments dont l'influence positive sur la présence et/ou la fréquence du porc-épic à crête a pu être mise en évidence. A l'échelle du site (marche de reconnaissance), la probabilité de présence du porc-épic à crête est la plus élevée dans les savanes arbustives et formations saxicoles. La fréquence diminue avec l'augmentation de la surface forestière (nombre d'arbres). La réalisation des enquêtes a d'abord permis d'avoir un aperçu sur les rapports qui existent entre les populations riveraines et les populations du porc-épic à crête dans l'aire d'étude. Ensuite, elle a permis de connaître les perceptions des populations, leurs comportements vis-à-vis des porcs-épics à crête. Enfin, les entretiens effectués dans les différents villages ont montré que les porcs-épics à crête sont essentiellement chasés pour leur viande.

A la fin des travaux, on s'est posé la question de savoir si les résultats obtenus correspondent réellement aux affirmations (hypothèses) du départ ? En d'autres termes, y a-t-il adéquation entre les hypothèses préétablies au départ et les résultats obtenus sur le terrain ? Force est d'admettre que les résultats corroborent bel et bien aux hypothèses de départ. Si l'on veut que les porcs-épics à crête survivent, il faut immédiatement envisager un plan d'action rigoureux comprenant des mesures urgentes, ainsi qu'un plan de conservation à moyen et à long terme. La résultante spatio-temporelle et technique de ces travaux sera une piste vers un système de domestication (élevage en captivité) protégé de l'espèce et très rentable induisant au futur l'auto-suffisance alimentaire tant souhaitée par notre pays.

Cette étude transversale (écologie et connaissances ethnozoologiques) du porc-épic à crête, apporte un éclairage précieux et aurait permis de connaître davantage l'espèce. Elle permet de faire un premier lien entre les données récoltées en milieu naturel et celles recueillies auprès des populations riveraines sur l'écologie, les rapports des populations avec le porc-épic à crête. En associant une thématique s'intéressant à l'environnement social et à l'environnement physique des populations du porc-épic à crête, elle tente de distinguer les facteurs naturels et les actions anthropiques qui influencent la survie des porcs-épics à crête dans l'aire d'étude. En effet, l'exploration alimentaire et l'importance socioculturelle de cette espèce sont des implications importantes car elles pourraient faciliter la mise en œuvre des systèmes de conservation et de gestion durable de l'espèce. Les résultats obtenus ont aussi

une incidence en terme de conservation. Ils permettent d'avoir une bonne appréciation des perceptions des populations et les différentes pressions que subit l'espèce. Cependant, l'espèce devra faire l'objet d'une protection spécifique. La conservation de cette espèce doit passer d'abord, par l'acquisition des données sur l'espèce. Ensuite, par la sensibilisation des populations locales sur la sauvegarde de cette espèce menacée de disparition. Enfin, on doit leur montrer l'intérêt que leur rapporte la sauvegarde de cette espèce faunique.

Références bibliographiques

- Adomou, A.C., Sinsin, B. and Van Der Maesen, L.J.G., 2006. Phytosociological and chorological approaches to phytogeography: a mesoscale study in Benin. *Syst. Geogr. Pl.*, 76, 155-178.
- Adomou, C.A., 2005. Vegetation patterns and environmental gradients in Benin. Implications for biogeography and conservation. PhD thesis, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands, 136 p.
- AGEFORE, 2002. Etude sur la conservation des espèces animales vulnérables et en voie d'extinction dans la réserve de biosphère de la boucle du Baoulé. Mali, 72 p.
- Akoègninou, A., van der Burg, W.J., van der Maesen, L.J.O., Adjakidjè, V., Essou, J.P., Sinsin, B. et Yédomonhan, H., 2006. Flore analytique du Bénin. Cotonou et Wageningen, 1056 p.
- Albaret, M., Peroux, R., Gaillard, J.M. et Lartiges, A., 1991. Les relevés d'indices de présence comme indicateur des variations d'effectifs chez le chevreuil (*Capreolus capreolus*). *Gibier Faune Sauvage*, 8, 231-250.
- Alexiades, M.N. et Sheldon, J.W., 1996. Selected Guidelines for Ethnobotanical Research: A Field Manual (Advances in Economic Botany, Vol. 10), 306 p.
- Amori, G. and Angelici, F.M., 1999. Distribution of the crested porcupine *Hystrix cristata* L., 1758 in peninsular Italy and Sicily. *Boll. Mus. Reg. Sci. Torino*, 16, 83-88.
- Amori, G. and De Smet, K., 2016. *Hystrix cristata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. 9 p. [en ligne]: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T10746A22232484.en>.
- Araújo, M.B. and New M., 2007. Ensemble forecasting of species distributions. *Trends Ecol Evol.*, 22, 42-47.
- Araújo, M.B., Thuiller, W. and Pearson, R.G., 2006. Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. *Journal of Biogeography*, 33, 1712-1728.
- Ariori, S.L. et Ozer, P., 2005. Evolution des ressources forestières en Afrique de l'Ouest soudano-sahélienne au cours des 50 dernières années. *Geo. Eco. Trop.*, 29, 61-68.
- ASECNA, 2017. Données climatiques. Service météorologique de Cotonou, 13 p.
- Assogba, G.A., Fandohan, A.B., Salako, V.K. et Assogbadjo, A.E., 2017. Usages de *Bombax costatum* (Malvaceae) dans les terroirs riverains de la réserve de biosphère de la Pendjari, République du Bénin. *Bois et Forêts des Tropiques*, 333(3): 17-29.

- Assogba, M.N., 1984. Quelques enquêtes sur la pharmacopée traditionnelle vétérinaire en République du Bénin. Communication personnelle, 13^{ème} conférence de la Société ouest-africaine de pharmacologie, 23-25 février, Cotonou, 22 p.
- Assogbadjo, A., Codjia, J.T.C, Sinsin, B., Ekué, M. and Mensah, G., 2005. Importance of rodents as a human food source in Benin. *Belgian Journal of Zoology*, 135, 11-15.
- Assogbadjo, A., Glèlè-Kakaï, R., Adjallala, F., Azihou, A., Vodouhê, G., Kyndt, T. and Codjia, J.C.T., 2011. Ethnic differences in use value and use patterns of the threatened multipurpose scrambling shrub (*Caesalpinia bonduc* L.) in Benin. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(9): 1549-1557.
- Aulagnier, S. et Thévenot, M., 1986. Catalogue des Mammifères sauvages du Maroc. *Travaux de l'Institut Scientifique Rabat, Série Zoologie*, 41, 1-164.
- Aulagnier, S., Bayed, A., Cuzin, F. et Thevenot, M., 2015. Mammifères du Maroc : extinctions et régressions au cours du XX^{ème} siècle. *Travaux de l'Institut Scientifique, série générale*, 8, 53-67.
- Aulak, W. and Babinska Werka, J., 1990. Estimation of roe deer density based on the abundance and rate of disappearance of their faeces from the forest. *Jour. Acta theriologica*, 35(1-2): 111-120.
- Avakoudjo, J., Mama, A., Toko, I., Kindomihou, V. et Sinsin, B., 2014. Dynamique de l'occupation du sol dans le Parc National du W et sa périphérie au nord-ouest du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(6): 2608-2625.
- Ayantunde, A.A., Hiernaux, P., Briejer, M., Udo, H. and Tabo, R., 2009. Uses of local plant species by agropastoralists in South-western Niger. *Ethnobotany Research and Applications*, 7, 53-66.
- Ba, K., 2002. Systématique, écologie et dynamique de populations de petits rongeurs potentiellement réservoirs ou hôtes de virus au Sénégal. Mémoire de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, Sciences de la Vie et de la Terre, 132 p.
- Baldwin, R.A., 2009. Use of Maximum Entropy Modeling in Wildlife Research. *Entropy*, 11, 854-866.
- Barbault, R., 2000. Ecologie générale : Structure et fonctionnement de la Biosphère. Dunod, Paris, France, 326 p.
- Barnes, D.K.A., Corrie, A., Whittington, M., Carvelho, M.A. and Gell, F., 1998. Coastal shellfish resource use in the Quirimba Archipelago, Mozambique. *J Shellfish Res*, 17, 51-58.
- Barnes, R.F.W., Blom, A., Alers, M.P.T. and Barnes, K.L., 1995. An estimate of the numbers of forest elephants in Gabon. *J. trop. Ecol.*, 11, 27-37.
- Bellakhdar, J., 1997. La pharmacopée marocaine traditionnelle. Paris, France, Ibis Press, 764 p.

- Blake, S., 2005. Système de surveillance à long terme de l'abattage illégal des éléphants, forêt d'Afrique centrale. Rapport final des relevés démographiques, MIKE-CrrES, 135 p.
- Blanchette, P. et Landry, F., 2015. Modèle de répartition spatiale du dindon sauvage au Québec : présentation d'une méthode et de son application. Direction de la faune terrestre et de l'avifaune, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Secteur de la faune et des Parcs, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 58 p.
- Blom, A., van Zalinge, R., Mbea, E., Heitkonig, I.M.A. and Prins, H.H.T., 2004. Human impact on wildlife populations within a protected Central African forest. *African Journal of Ecology*, 42, 23-31.
- Bousquet, B., 1996. Méthodes et techniques de dénombrement des ongulés sauvages en savane. ENGREF, 124 p.
- Bout, N. et Ghiurghi, A., 2013. Guide des mammifères du Parc National de Cantanhez (Guinée-Bissau). Acção para o Desenvolvimento, Guinée-Bissau Associazione Interpreti Naturalistici ONLUS, Italie. Bairro Quelelé, CP 606, Bissau, Guinée-Bissau, 183 p.
- Bout, N., 2006. Suivi écologique des grands mammifères et de l'impact humain. Rapport final, WCS Gabon, 102 p.
- Brain, C.K., 1980. Some criteria for the recognition of bone-collecting agencies in African caves. *In*: Behrensmeyer, A.K., Hill, A.P. (Eds.), *Fossils in the making*. University of Chicago Press, Chicago, p.108-130.
- Braun-Blanquet, J., 1932. Plant sociology-The study of plant communities- translated revised and edited by Fuller G.D. & Conard H.S., 439 p.
- Bréchon, P., 2010. Echantillon aléatoire, échantillon par quotas : les enseignements de l'enquête EVS 2008 en France. Version post-colloque francophone sur les sondages, Tanger (Maroc), 20 p.
- Byg, A. and Balslev, H., 2001. Diversity and use of palms in Zahamena, eastern Madagascar. *Biodiversity and Conservation*, 10(6): 951–970.
- Cagle, L.N., 2008. A Multiscale Investigation of Snake Habitat Relationships and Snake Conservation in Illinois. Duke University, xvi + 240 p.
- CENAGREF, 2004. Dénombrement terrestre de la faune dans le complexe Parc National du W du Bénin. Service suivi écologique, MAEP/ECOPAS, Kandi, Benin, 16 p.
- CENAGREF, 2008. Dénombrement terrestre de la faune dans le complexe parc national du W du Bénin, édition 2008. Service suivi écologique, rapport définitif, 29 p.

- Chaber, A. L., Allebone-Webb, S., Lignereux, Y., Cunningham, A. and Rowcliffe, J.M., 2010. The scale of illegal meat importation from Africa to Europe via Paris: Illegal intercontinental meat trade. *Conservation Letters*, 3(5): 317-321.
- Chefaoui, M.R., Hortal, J. and Lobo, M.J., 2004. Potential distribution modelling, niche characterization and conservation status assessment using GIS tools: a case study of Iberian Copris species. *Biological Conservation*, 122(2005): 327-338.
- Cheikhyoussef, A., Ashekele, H., Shapi, M. and Matengu, K., 2011. Ethnobotanical study of indigenous knowledge on medicinal plant use by traditional healers in Oshikoto region, Namibia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 7-10.
- Cheniti, T.L., 2001. Conservation des zones humides littorales et des écosystèmes côtiers du Cap-Bon. Rapport de diagnostic des sites, partie relative aux mammifères, Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du territoire, Agence de protection et d'aménagement du littoral, Tunisie, 33 p.
- CITES, 2003. Le Monde de la CITES. Bulletin officiel des Parties, n°11, 16 p.
- Clap, F. et Moral, V., 2010. Biodiversité et Collectivités : Panorama de l'implication des collectivités territoriales pour la préservation de la biodiversité en France métropolitaine. Paris, France : Comité français de l'UICN, 97 p.
- Codjia, J.T.C. et Assogbadjo, A.E., 2004. Faune sauvage mammalienne et alimentation des populations Holli et Fon de la forêt classée de la Lama (Sud-Bénin). *Cahiers Agricultures*, 13(4) : 341-347.
- Codjia, J.T.C., 1996. Répartition écologique et dynamique des populations de cricétomes (*Cricetomys gambianus* et *Cricetomys emini*) et de l'aulacode (*Thryonomys swinderianus*) dans les milieux naturels du Bénin. Thèse de Doctorat, UL-Belgique, 210 p.
- Cuzin, F., 2003. Les grands mammifères du Maroc méridional (Haut Atlas, Anti Atlas et Sahara): Distribution, Ecologie et Conservation. Ph.D. Thesis, Laboratoire de Biogéographie et Ecologie des Vertébrés, Ecole Pratique des Hautes Etudes, Université Montpellier II, 347 p.
- Damerджи, A., 2008. Contribution à l'étude écologique de la malacofaune de la zone Sud de la région de Tlemcen (Algérie). *Afrique Science*, 1(4): 138-153.
- Darkoh, M.B.K., 2003. Regional perspectives on agriculture and biodiversity in dry lands of Africa. *Journal of Arid Environ.*, 54, 261-279.
- De Groot, R.S., Stuij, M.A.M., Finlayson, C.M. et Davidson, N., 2007. Evaluation des zones humides : Orientations sur l'estimation des avantages issus des services écosystémiques des zones humides. Rapport technique Ramsar n°3/Série des publications techniques de la CDB n°27, Secrétariat de la

- Convention de Ramsar, Gland, Suisse et Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, Montréal, Canada, 58 p.
- de Haan, L., 1992. Rapports entre agriculteurs et éleveurs au nord-Bénin: écologie et interdépendances transformées. Amsterdam, Cotonou, Faculté des Sciences Environnementales, Université d'Amsterdam, UNB-FSA d'Abomey-Calavi, 203 p.
- De Menocal, P.B., 2004. African climate change and faunal evolution during the Pliocene-Pliocene. *Earth and planetary Sciences Letters*, 220, 3-24.
- de Souza, S., 2008. Flore du Bénin. Tome 3, 2^{ème} édition, Bénin, 679 p.
- De Visser, J., Mensah, G.A., Codjia, J.T.C. et Bokonon-Ganta, A.H. (éds.), 2001. Guide préliminaire des rongeurs du Bénin. CBDD/ Ecooperation/ reRE : VZZ, Rép. du Bénin/Royaume des Pays-Bas, 253 p.
- Delahaye, L., 2006. Sélection et modélisation de l'habitat d'oiseaux en chênaies et hêtraies ardennaises : étude de l'impact de la composition et de la structure forestière. Thèse de doctorat, Université de Gembloux, 401 p.
- Delassus, L., Magnanon, S. et Bougault, C., 2009. Proposition pour la structure d'un « pôle Habitats » pour les régions Basse Normandie, Bretagne et Pays de Loire. Rapport du Conservatoire botanique national de Brest, 28 p.
- Delvingt, W., Heymans, J.C. et Sinsin, B., 1989. Guide du Parc National de la Pendjari. CECA-CEECEA, Bruxelles, 119 p.
- Demeyre, J., 2001. Contribution à l'étude de la reproduction de l'Athérure, *Atherurus africanus* (Gray, 1842). Thèse de doctorat, Université Claude-Bernard, Lyon I, 132 p.
- Dénis, T., 2012. Caractérisation et sélection de l'habitat chez le Hocco alector (*Crax alector*) en Guyane française. Master Sciences et Technologies du Vivant et de l'Environnement, 46 p.
- Denys, C., 1981. Premier résultats paléocéologiques fournis par les Rongeurs pliocènes de Laetoli (Tanzanie). *Quaternaria*, 18 p.
- Dépelteau, F., 2000. La démarche d'une recherche en sciences humaines - de la question de départ à la communication des résultats. Ed. de Boeck Université, 432 p.
- Desabie, J., 1963. Méthodes empiriques d'échantillonnage. *Revue de statistique appliquée*, tome 11, n°1, 5-24. http://www.numdam.org/item?id=RSA_1963__11_1_5_0.
- Dewynter, M., Godefroid, C., Conde, B. et Pelletier, V., 2014. Distribution, écologie et statut de conservation de l'Oriole de Martinique (*Icterus bonana*). Rapport d'étude, Biotope Amazonie-Caraïbes, 25 p.

- Di Silvestre, I., 2004. Distribution et abondance des grands carnivores dans les zones cynégétiques du Parc Régional du W. Rapport final de la mission pour le Programme ECOPAS, Bénin, 46 p.
- Diatta, N., 1998. Proverbes joola de Casamance. Editions Karthala, Collection « Hommes et Sociétés », p. 314-315.
- Dibloni, T.O., Guenda, W. Belem Ouédraogo, M. et Poda, N.J., 2013. Ethnozoologie Appliquée à la Réserve de Biosphère de la Mare aux Hippopotames en Zone Sud Soudanienne du Burkina Faso. *In* AfriMAB: Les réserves de Biosphère en Afrique Subsaharienne : Présentation du Développement Durable, p. 178-199.
- Diop Bineni, T.R., 2011. Evaluation du statut des populations de grands singes et d'éléphants dans les forêts du nord est du Gabon. Master recherche, université polytechnique de Bobo-Dioulasso, institut du développement rural, Burkina Faso, 70 p.
- Dobigny, G., 2009. Inventaire et Biogéographie des rongeurs du Niger: Nuisances aux cultures implications dans certains problèmes de santé publique et vétérinaires. Rapport de Coopération pour le Service National, septembre 1999 - décembre 2000, IRD, 71 p.
- Dudik, M., Phillips, S.J. and Schapire, R.E., 2007. Maximum entropy density estimation with generalized regularization and an application to species distribution modeling. *Journal of machine learning research*, 8, 1217-1260.
- Dufrêne, M. and Legendre, P., 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67, 345-366.
- Dulieu, D., 2004. Le milieu naturel du Complexe WAP. *In* Lamarque F. Les grands mammifères du complexe WAP. CIRAD, France, p. 13-14.
- Elith, J., Graham, C.H., Anderson, R.P., Dudik, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R.J., Huettmann, F., Leathwick, J.R., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L.G., Loiselle, B.A., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J.M., Peterson, A.T., Phillips, S.J., Richardson, K., Scachetti-Pereira, R., Schapire, R.E., Soberon, J., Williams, S., Wisz, M. and Zimmermann, N.E., 2006. Novel methods improve prediction of species distributions from occurrence data. *Ecography*, 29(2): 129-151.
- Elith, J., Phillips, S.J., Hastie, T., Dudik, M., Chee, Y.E. and Yates, C.J., 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions*, 17, 43-57.
- Fandohan, B., Assogbadjo, A.E., Glèlè Kakaï, R. and Sinsin, B., 2011. Effectiveness of a protected areas network in the conservation of *Tamarindus indica* L. (Leguminosae-Caesalpinioideae) in Benin. *African Journal of Ecology*, 49, 40-50.

- Faure, P., 1977. La carte pédologique de reconnaissance de la République Populaire du Bénin. Feuille de Djougou, ORSTOM, Paris, France, 49 p.
- Fick, S.E. and Hijmans, R.J., 2017. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 14 p.
- Fielding, A.H. and Bell, J.F., 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation*, 24(1): 38-49.
- Fluhr, J., 2011. Analyse spatio-temporelle du régime alimentaire du loup (*Canis lupus*) dans les Alpes françaises. Mémoire de master, université de Montpellier II, 52 p.
- Forbeseh, P.F., Sunderland, T.C.H and Eno-Nku, M., 2007. Priority setting for conservation in south-west Cameroon based on large mammal surveys. *Oryx*, 41(2): 255-262.
- Franklin, J., 2009. Mapping species distributions. Cambridge University Press, p. 262-317.
- Fresquet, B.M., 2008. Porc-épic à crête du nord africain. 2 p.
- Freycon, V., Sabatier, D., Paget, D. et Ferry, B., 2003. Influence du sol sur la végétation arborescente en forêt guyanaise : état des connaissances. RFF numéro spécial "Connaissance et gestion de la forêt guyanaise", 60-73.
- Gauthier-Hion, A., Colyn, M. et Gauthier, J.P., 1999. Histoire naturelle des primates d'Afrique Centrale. Libreville, ECOFAC, 170 p.
- Gbesso, F.H.G., Tenté, B.H.A., Gouwakinnou, N.G. et Sinsin, B.A., 2013. Influence des changements climatiques sur la distribution géographique de *Chrysophyllum albidum* G. Don (Sapotaceae), un fruitier autochtone au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7(5): 2007-2018.
- Gitay, H., Suárez, A., Watson, R.T. et Dokken, D.J. (dir.), 2002. Les changements climatiques et la biodiversité. GIEC, Genève, 89 p.
- Gouwakinnou, G.N., Lykke, A.M., Assogbadjo, A.E. and Sinsin, B., 2011. Local knowledge, pattern and diversity of use of *Sclerocarya birrea*. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 7, 8 p.
- Granjon, L. et Duplantier, J-M., 2009. Les rongeurs de l'Afrique Sahélo-Soudanienne. IRD, p. 173-174.
- Gritti, E.S., Smith, B. and Sykes, M.T.; 2006. Vulnerability of Mediterranean Basin ecosystem to climate change and invasion by exotic plant species. *Journal of Biogeography*, 33, 145-157.
- Grubb, P., Amori, G., De Smet, K. et Bertolino, S., 2008. *Hystrix cristata*. In UICN, 2012. Liste rouge de l'UICN des espèces menacées. 2012.2. www.uicnredlist.org.
- Guisan, A. and Zimmermann, N.E., 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135, 147-186.

- Hall, J.S., White, L.T.J., Inogwabini, B-I., Omari, I., Morland, H-S., Williamson, E.A., Saltonstall, K., Walsh, P., Sikubwabo, C., Bonny, O., Kiswele, K.P., Vedder, A. and Freeman, K., 1998. Survey's of Grauer's gorillas (*Gorilla gorilla grauen*) and eastern chimpanzees (*Pan troglodytes schweinfurhlit*) in the Kahuzi-Biega National Park lowland sector and adjacent forest in Eastern Democratie Republic of Congo. *International Journal of Primatology*, 19, 207-235.
- Hart, J.A., Grossmann, F., Vosper, A. and Illanga, J., 2008. Human hunting and its impact on bonobos in the Salonga National Park, Democratic Republic of Congo. In T. Furuichi et J. Thompson, eds., *The bonobos: behavior, ecology, and conservation*, 245-271.
- Hattab, T., Ben Rais Lasram, F. et Sammari, Ch., 2011. Modélisation de l'habitat des ressources halieutiques dans le golfe de Gabès et projections selon un scénario de changement global. *Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô*, 38, 55-64.
- Heinrich, M., Ankli, A., Frei, B., Weimann, C. and Sticher, O., 1998. Medicinal plants in Mexico: Healers' consensus and cultural importance. *Social Science and Medicine*, 47, 1863-1875.
- Hema, E.M., 1998. Contribution à la connaissance des céphalophes (sous famille des Cephalophinae) dans les forêts classées de Logoniegue et de Diefoula. Burkina Faso. Diplôme d'ingénieur, université polytechnique de Bobo Dioulasso, 135 p.
- Henschel, P., 2003. Hunting pressure and large mammal abundance in the Plateaux Batéké National Park (PBNP) and surrounding areas. Results of two WCS field surveys in 2001 and 2003. Wildlife Conservation Society, Libreville, Gabon, 9 p.
- Hernandez, P.A., Graham, C.H., Master, L.L. and Albert, D.L., 2006. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography*, 29, 773-785.
- Heymans, J.C., 1989. Une nouvelle Réserve de la Biosphère: le Parc National de la Pendjari (République Populaire du Bénin). Nouvelles du Monde. *Cahiers d'Ethologie Appliquée*, 9(3) : 419-424.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G. and Jarvis, A., 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25, 1965-1978.
- Hoffmann, M. and Cox, N., 2016. *Atherurus africanus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T2353A115061551. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T2353A22231384.en>.
- Houben, P., Jori, F. et Edderai, D., 2000. L'élevage d'athérures (*Atherurus africanus*, Gray 1842) au Gabon. *Tropicultura*, 1(18): 40-43.
- Houinato, M. et Sinsin, B., 2000. La pression agro-pastorale sur la zone riveraine de la réserve de la biosphère de la Pendjari. *Tropicultura*, 18(3): 112-117.

- Hurlbert, S.H., 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology*, 59(1): 67-77.
- Hutchinson, M.F., 1995. Interpolation of mean rainfall using thin-plate smoothing splines. *International Journal of Geographic Information Systems*, 9, 385-403.
- Idiata-Mambounga, D., 2008. Fréquentation du Parc National de Loango (Gabon) par les éléphants de forêt. Mémoire de maîtrise, Université Laval, 67 p.
- INSAE, 2016. Effectifs de la population des villages et quartiers de ville du Bénin (RGPH-4, 2013). Direction des études démographiques, Cotonou, Bénin, 85 p.
- IPCC, 2013. Climate change 2013: the physical science basis. In: Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 p.
- IUCN, 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3.1. www.iucnredlist.org.
- IUCN., 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-2. www.iucnredlist.org.
- Jacobs, J., 1974. Quantitative measurement of food selection: A modification of the forage ratio and Ivlev's electivity index. *Oecologia*, 14(4): 413-417.
- Jori, F., Lopez-Bejar, M. and Houben, P., 1998. The biology and use of the african brush-tailed porcupine (*Atherurus africanus*, Gray 1842) as a food animal. *Biodiversity and conservation*, 7, 1417-1426.
- Juo, A.S.R. and Wilding, L.P., 1996. Soils of the lowland forests of West and Central Africa. In *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Section B: Biological Sciences*, vol. 104, 15-29.
- Kafando, P., 1987. Inventaire de quelques rongeurs et lagomorphes dans le ranch de gibier de Kazinka. Mémoire Ingenieur Eaux et Forêts, Université de Ouagadougou, 82 p.
- Katuala, G.B., 2009. Biodiversité et biogéographie des rongeurs Myomorphes et Sciuromorphes (Rodentia: Mammalia) de quelques blocs forestiers de la région de Kisangani (R D Congo). Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Unikis, 149 p.
- Khaffou, M., Chalaoui, A. et Samih, M., 2013. Les habitats utilisés par le Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*) dans la zone humide d'Aguelmam Sidi Ali-Site Ramsar-Moyen Atlas-Maroc. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(2): 598-606.
- Kiansi, Y., 2011. Cogestion de la Réserve de Biosphère de la Pendjari : Approche concertée pour la conservation de la biodiversité et le développement économique local. Thèse de doctorat unique, EDP/FLASH/UAC, 275 p.

- Kingdon, J., 1974. East African Mammals: An Atlas of Evolution in Africa. Vol. 2, Part B (Hares and Rodents), Academic Press, London, 446 p.
- Kingdon, J., 1984. East African Mammals: An Atlas of evolution in Africa. Vol. 2, 371 p.
- Kingdon, J., 1997. Field Guide to African Mamals. Academic Press, p. 188.
- Konan, E.M. et Yaokokore-Beibro, K.H., 2015. Variation temporelle du peuplement aviaire des écosystèmes lacustres de la ville de Yamoussoukro, centre de la Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(6): 2566-2581.
- Kühl, H., Maisels, F., Ancrenaz, M. et Williamson, E.A., 2009. Lignes directrices pour de meilleures pratiques en matière d'inventaire et de suivi des populations de grands singes. Gland, Suisse : Groupe de spécialistes des primates de la CSE de l'UICN, 32 p.
- Kümpel, N.F., Quinn, A., Queslin, E., Grange, S., Mallon, D. et Mapilanga, J.-J., 2015. Okapi (*Okapia johnstoni*) : Stratégie et Revue du Statut de Conservation. Gland, Suisse : UICN et Institut Congolais pour la Conservation de la Nature (ICCN), .62 p.
- Lamarque, F., 2004. Les grands mammifères du complexe WAP. CIRAD, 268 p.
- Langlois, I., 2013. Le hérisson d'Afrique. Médecine zoologique, Centre hospitalier universitaire vétérinaire, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Montréal, 2 p.
- Lawler, J.J., White D., Neilson R.P. and Blaustein A.R., 2006. Predicting climate-induced range shifts: model differences and model reliability. *Glob. Chang. Biol.* 12, 1568-1584.
- Legrand, E., 2014. Utilisation de méthodes indiciaires pour le suivi de la dynamique de populations de grands carnivores: application à l'ours brun dans les Pyrénées Occidentales. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 112 p.
- Leroy, B., Bellard, C., Dubos, N., Colliot, A., Vasseur, M., Courtial, C., Bakkenes, M., Canard, A. and Ysnel, F., 2014. Forecasted climate and land use changes, and protected areas: the contrasting case of spiders. *Divers. Distrib.*, 20, 686-697.
- Lévêque, C., 2011. La Nature en Débat. Le Cavalier Bleu : Paris, France, 176 p.
- Lobo, J.M., Jiménez-Valverde, A. and Real, R., 2008. AUC: a misleading measure of the performance of predictive distribution models. *Glob. Ecol. Biogeogr.*, 17, 145-151.
- Lopez, L., 2013. Atlas radiographique et ostéologique de porc-épic: *Hystrix indica*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 125 p.

- Loughbégnon, O.T., 2015. Ecologie et connaissances ethnozoologiques de quelques espèces d'oiseaux gibiers menaces des écosystèmes du Sud du Bénin. Thèse de doctorat en Biologie des Organismes et Ecologie, Unité de recherches zoogéographiques, Université de Liège, 146 p.
- Luoto, M., Virkkala, R. and Heikkinen, R.K., 2007. The role of land cover in bioclimatic models depends on spatial resolution. *Glob. Ecol. Biogeogr.*, 16, 34-42.
- MAB/UNESCO, 1990. Pendjari (Bénin). Contribution aux études d'aménagement du Parc National et de sa zone périphérique. Bénin, 125 p + annexes.
- Macdonald, D.W. and Barrett, P., 1993. Mammals of Britain and Europe. Collins, London, U.K., 448 p.
- Mackenzie, D.I. and Royle, J.A., 2005. Designing occupancy studies: general advice and allocating survey effort. *Journal of Applied Ecology*, 42, 1105–1114.
- Maïga, M.A., Diallo, H., Songore, I., Diarra, N. et Cissé, M., 2009. Connaissances et pratiques traditionnelles de conservation de la biodiversité : Cas des populations riveraines de la Réserve de biosphère de la Boucle du Baoulé (Mali). *Revue malienne de science et de technologie*, 11, 126-144.
- Malengreaux, C. et Casaer, J., 2008. Mission d'appui pour la mise en place d'un recensement chevreuil dans le massif sonien. Rapport final, vzw Wildlife and Man asbl - Instituut voor Natuur en Bosonderzoek, 14 p.
- Mama, A., 2013. Anthropisation des paysages au Bénin : dynamique, fragmentation et développement agricole. Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles, Belgique, 198 p.
- Maréchal, C. et Bastin, D., 2008. Test de la marche de reconnaissance dans une unité forestière d'aménagement du sud-est du Cameroun. *Bois et Forêts des Tropiques*, 3(297): 81-85.
- Mathot, L. et Doucet, J. L., 2006. Méthode d'inventaire faunique pour le zonage des concessions en forêt tropicale. *Bois et Forêts des Tropiques*, 287(1): 59-70.
- Matter, Y., 2005. Charlatans, intermédiaires de Dieu, confidents ou attraction touristique : ethnographie des pratiques d'herboristerie à Marrakech. Mémoire de licence en ethnologie, Université de Neuchâtel, Suisse, 128 p.
- Mayle, B.A., Putman, R. J. and Wyllie, I., 2000. The use of trackway counts to establish an index of deer presence. *Mammal Review*, 30, 233-237.
- McNeillage, A., Plumptre, A., Brock-Doyle, A. and Vedder, A., 1998. Bwindi Impenetrable National Park, Uganda. Gorilla and Large Mammal Census 1997. WCS Working Paper n°14. Wildlife Conservation Society, New York, NY, 52 p.

- Meniko To Hulu, J.P.P., 2011. Etude de l'effet de lisière sur la distribution spatio-temporelle des rongeurs dans un écosystème anthropisé en région tropicale: Réserve forestière de Masako (Kisangani, RDC). Mémoire du diplôme d'études supérieures en aménagement durable des forêts, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kisangani. www.memoireonline.com/a/fr/cart/show.
- Morrow, C., Smith, M.J. and Silander, J.R.J.A., 2013. A practical guide to MaxEnt for modeling species' distributions: what it does, and why inputs and settings matter. *Ecography*, 36, 1058-1069.
- Milner-Gulland, E.J. and Bennett, E.L., 2003. Wild meat: the bigger picture. *Trends in Ecology and Evolution*, 18, 351–357.
- Mogomba, G.S., 2013. Ethnozoologie des Mitsogho du Gabon (Ethnobotanique et ethnozoologie). Thèse de doctorat, université de Lorraine, 432 p.
- Mohamed, W.F., 2011. The crested porcupine, *Hystrix cristata* (Linnaeus, 1758) in Misurata, Libya. *Journal of Ecology and the Natural Environment*, 7(3): 228-231.
- Monnet, A.-C., 2014. Apport des modèles de niche aux translocations d'espèces : cas du renforcement de populations d'Outarde houbara. Biodiversity and Ecology, Université Pierre et Marie Curie – Paris VI, 251 p.
- Monteil, V., 1951. Contribution à l'étude de la faune du Sahara occidental. Rabat, Maroc, Institut des hautes études marocaines, Notes et Documents, n°9, 169 p.
- Monteiro, J.M., Albuquerque, U.P., Lins Neto, E.M.F., Araújo, E.L. and Amorim, E.L.C., 2006. Use Patterns and Knowledge of Medicinal Species among Two Rural Communities in Brazil's Semi-Arid Northeast-ern Region. *Journal of Ethnopharmacology*, 105, 173-186.
- Morrison, M.L., Marcot, B.G. and Mannan, R.W., 2006. Wildlife-Habitat Relationships: Concepts and Application. Third Edition, Island Press, Washington, DC, USA, 493 p.
- Morrison, M.L., Timossi, I.C. and With, K.A., 1992. Wildlife-habitat relationship: concepts and applications. Univ. Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, 343 p.
- Motsch, P., Le Flohic, G., Leclercq, J. et Gonzalez, J-P., 2011. Contribution à la réévaluation de l'aire de répartition du singe à queue de soleil (*Cercopithecus solatus*). *Revue de primatologie* [En ligne], <http://journals.openedition.org/primatologie/604>, doi : 10.4000/primatologie.604
- Mouhoub-Sayah, C., 2009. Ecophysiologie du Hérisson d'Algérie *Atelerix algirus* Lereboullet, 1842 (Mammalia, Insectivora) dans quelques stations du Djurdjura et dans la vallée de la Soummam. Thèse de doctorat d'Etat, école nationale supérieure agronomique – EL Harrach, Alger, 141 p.

- Mouzoun, S., 2014. Etude des paramètres écologiques de l'habitat et considérations ethno-zoologiques de porc-épic (*Hystrix cristata*, Linnaeus, 1758) dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du W-Bénin. Mémoire du Diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A), Univ. d'Abomey-Calavi/ FLASH, 102 p.
- Nasi, R. et van Vliet, N., 2011. Mesure de l'abondance des populations d'animaux sauvages dans les concessions forestières d'Afrique centrale. *Unasylva*, 238, 62(2): 49-55.
- Neuenschwander, P., Sinsin, B. et Goergen, G. (eds), 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. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria, 365 p.
- Ngom, D., Charahabil, M.M., Sarr, O., Bakhoun, A. et Akpo, L.E., 2014. Perceptions communautaires sur les services écosystémiques d'approvisionnement fournis par le peuplement ligneux de la Réserve de Biosphère du Ferlo (Sénégal). *Vertigo* [En ligne], 14(2): 18 p. <http://vertigo.revues.org/>
- Nkwetaketu, N.I., 2011. A comparative evaluation of camera traps and line transects as methods of survey for large and medium sized fauna in the FMU 10 038 in East Cameroon. Dissertation Submitted in partial fulfillment of requirements for the award of a professional Master's (DESS) in Forest Science, University of Yaounde, 188 p.
- Nowak, R.M., 1991. Walker's Mammals of the World. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, <http://www.consecol.org/vol3/iss2/art12>.
- Nowak, R.M., 1999. Walker's Mammals of the World. Vol. II. 6th Edition, Baltimore, The Johns Hopkins University Press, p. 837-1936.
- Nzoo-Dongmo, Z-L., Ngniado Wouala, A. and Mahop, J.P., 2003. Statut des grands et moyens mammifères et des activités humaines dans l'UFA 10-018. Rapport WWF CPO-SIBAF, 48 p + annexes.
- Ohlsen, A., 2010. Analyse technico-économique de l'élevage du porc-épic à crête (*Hystrix cristata*) au Burkina Faso, l'exemple de la ferme de démonstration de Wédbila. Mémoire de master, Université Montpellier II, 29 p.
- Olivieri, P., 2001. Calcul de la taille des échantillons : Application aux cas simples et usuels. Note technique, CETE du Sud-Ouest / DAT/ZELT, version 2.1, 43 p.
- Osborn, D.J. and Helmy, I., 1980. The contemporary land mammals of Egypt (including Sinai). Fieldiana Zoology, Museum of Natural History, Bethesda, Maryland, 579 p.
- Ouassa Kouaro, M., 2003. Les dimensions socio-économiques de la désertification. Cas des communes de Matéri et de Tanguiéta en République du Bénin. Mémoire de DEA, FLASH/UAC, Bénin, 129 p.
- Oussou, B., Mensah, G.A. et Sinsin, B., 2007. Ecoéthologie du porc épic (*Hystrix cristata*) et élaboration d'un référentiel pour son élevage en captivité. In Fournier Anne (ed.), Sinsin B. (ed.), Mensah G.A. (ed.),

- Wangari E. (préf.). Quelles aires protégées pour l'Afrique de l'Ouest ? : Conservation de la biodiversité et développement, Paris, IRD, p. 541-542.
- Oussou, C.T.B., 2002. Eco-éthologie du porc-épic (*Hystrix cristata* Linnaeus, 1758) et élaboration d'un référentiel pour son élevage en captivité étroite. Mémoire d'ingénieur, FSA/UAC, Bénin, 121 p.
- PAPE, 2014. Dénombrement pédestre de la faune dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W-Bénin. Programme d'Appui aux Parcs de l'Entente, Composante 2 Bénin, CENAGREF, 127 p.
- Pearce, J.L. and Boyce, M.S., 2006. Modelling distribution and abundance with presence-only data. *J. Appl. Ecol.*, 43, 405-412.
- Pearson, R.G., Thuiller, W., Araújo, M.B., Martinez-Meyer, E., Brotons, L., McClean, C., Miles, L., Segurado, P., Dawson, T.P. and Lees, D.C., 2006. Model-based uncertainty in species range prediction. *J. Biogeography*, 33, 1704-1711.
- Perrois, L. et Notué, J.-P., 1997. Rois et sculpteurs de l'Ouest Cameroun : La panthère et la mygale. Éditions Karthala, 22-24 boulevard Arago 750 13 Paris et l'Orstom, 209-2 13 rue La Fayette 7501 0 Paris, p. 150-324.
- Phillips, S.J. and Dudik, M., 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31, 161-175.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P. and Schapire, R.E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231-259.
- Piedallu, C., Perez, V., Gégout, J.-C., Lebourgeois, F. and Bertrand, R., 2009. Impact potentiel du changement climatique sur la distribution de l'Epicéa, du Sapin, du Hêtre et du Chêne sessile en France. *Revue Forestière Française, Ecole nationale du génie rural*, LXI (6): 567-593.
- Pigot, A.L., Owens, I.P.F. and Orme, C.D.L., 2010. The environmental limits to geographic range expansion in birds. *Ecol. Lett.*, 13, 705-715.
- Plumptre, A.J., 2000. Monitoring mammal populations with line transect techniques in African forests. *Journal of Applied Ecology*, 37, 356-368.
- Polechová, J. and Storch, D., 2008. Ecological Niche. *Encyclopedia of Ecology*, 1088-1097.
- PRIPODE, 2006. Programme international de recherche sur les interactions entre la population, le développement et l'environnement. Mobilité spatiale de la population: nécessité de développement et risques de dégradation de l'environnement dans l'Est et le Sud-Ouest du Burkina Faso. Burkina, 57 p.
- Putin, E. et Albaret, M., 1999. Le chevreuil dans le Forez: gestion par la méthode des relevés d'indices de présence. *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse*, 244, 54-59.

- Pyke, C.R., Andelman, S.J. and Midgley, G., 2005. Identifying priority areas for bioclimatic representation under climate change: a case study for Proteaceae in the Cape Floristic Region, South Africa. *Biological Conservation*, 125, 1-9.
- Querouil, S., 2001. Intérêts et limites de l'approche moléculaire pour aborder la biographie et la spéciation: l'exemple de quelques mammifères d'Afrique tropicale. Thèse de doctorat, Université de Rennes, 1310 p.
- Rabeil, T., 2003. Distribution potentielle des grands mammifères dans le Parc du W au Niger. Thèse de Doctorat en Environnement, Université Paris VII – Denis Diderot UFR GHSS, 463 p.
- Rachem, T. et Ounnas, S. 2012. Ecologie et mesures de conservation du porc épic (*Hystrix cristata*) dans la commune de Béni Maouche. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Ecologie et Environnement, Univ. Abderrahmane Mira Bejaia, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Algérienne, 100 p.
- Racine, M., 2015. Développement de modèles d'habitats pour les tortues caouannes (*Caretta caretta*) de Méditerranée occidentale. Mémoire de Master, Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage, AgroCampus Ouest, 36 p + annexes.
- Rahm, U., 1962. L'élevage et la reproduction en captivité de l'*Atherurus africanus* (Rongeur, Hystricidae). *Mamalia*, 26, 1-9.
- Rebelo, H. and Jones, G., 2010. Ground validation of presence-only modelling with rare species: a case study on barbastelles *Barbastella barbastellus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *J Appl Ecol.*, 47, 410-420.
- Redfern, J.V., Ferguson, M.C., Becker, E.A., Hyrenbach, K.D., Good, C.P., Barlow, J., Kaschner, K., Baumgartner, M.F., Forney, K.A., Balance, L.T., Fauchald, P., Halpin, P.N., Hamazaki, T., Pershing, A.J., Qian, S.S., Read, A.J., Reilly, S.B., Torres, L. and Werner, F.E., 2006. Techniques for cetacean-habitat modeling. *Marine Ecology Progress Series*, 310, 271-295.
- Remis, M., 2000. Preliminary assessment of the impact of human activities on gorillas *Gorilla gorilla gorilla* and other wildlife at Dzanga-Sangha Reserve, Central African Republic. *Oryx*, 34, 56-65.
- Rocchini, D., Hortal, J., Lengyel, S., Lobo, J.M., Jimenez-Valverde, A., Ricotta, C., Bacaro, G. and Chiarucci, A., 2011. Accounting for uncertainty when mapping species distributions: The need for maps of ignorance. *Prog. Phys. Geogr.* 35, 211-226.
- Rouget, M., Richardson, D.M., Nel, J.L., Le Maitre, D.C., Egoh, B. and Mgidi, T., 2004. Mapping the potential ranges of major plant invaders in South Africa, Lesotho and Swaziland using climatic suitability. *Diversity and Distributions*, 10, 475-484.

- Rowcliffe, J.M., Carbone, C., Jansen, P.A., Kays, R. and Kranstauber, B., 2011. Quantifying the sensitivity of camera traps: an adapted distance sampling approach. *Methods in Ecology and Evolution*, 2, 464-476.
- Royle, J.A., Chandler, R.B., Yackulic, C. and Nichols, J.D., 2012. Likelihood analysis of species occurrence probability from presence-only data for modelling species distributions. *Methods in Ecology and Evolution*, 3, 545-554.
- Sawadogo, H., Laurent-Bock, L., Lacroix, D. et Zombré, N.P., 2008. Restauration des potentialités de sols dégradés à l'aide du zaï et du compost dans le Yatenga (Burkina Faso). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 12(3): 279-290.
- Schabenberge, O. and Gotway, C.A., 2005. Statistical Methods for Spatial Data Analysis. First Ed, CRC Press/Chapman and Hall, 512 p.
- Sinsin, B., 1993. Phytosociologie, écologie, valeur pastorale, production et capacité de charge des pâturages naturels du nord-Bénin. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, 390 p.
- Sinsin, B., 2000. Dénombrement de la faune dans la Réserve de la Biosphère de la Pendjari. Rapport technique, CENAGREF, Cotonou, Bénin, 54 p.
- Sinsin, B., Saïdou, A., Téhou, A., Daouda, I.H. et Nobimè, G., 2000. Dénombrement de la faune dans la réserve de la biosphère de la Pendjari. Projet Pendjari-GTZ/CENAGREF/MDR, 58 p.
- Sodé, I., 2013. Influence du changement climatique sur la distribution géographique des fruitiers autochtones alimentaires : cas de *Dialium guineense* Willd. (Leguminosae-Caesalpinioideae) au Bénin. Licence Professionnelle, Université d'Agriculture de Kétou, 71 p.
- Sogbohossou, E., 2000. Etude des conflits entre les grands carnivores et les populations riveraines de la réserve de Biosphère de la Pendjari, Nord Benin. Bourse Jeunes chercheurs/MAB-UNSECO, 24 p + annexes.
- Sogbohossou, E.A., 2006. Conservation des grands carnivores en Afrique de l'Ouest : Perception par les populations et commerce des sous-produits. Rapport technique WCS Small Grant for Africa. Calavi, Bénin, 31 p.
- Sop, T.K., Oldeland, J., Bognounou, F., Schmiedel, U. and Thiombiano, A., 2012. Ethnobotanical knowledge and valuation of woody plants species: a comparative analysis of three ethnic groups from the sub-Sahel of Burkina Faso. *Environment, Development et Sustainability*, 14(5): 627-649.
- Sounon-Bouko, B., Sinsin, B. et Goura Soulé, B., 2007. Effets de la dynamique d'occupation du sol sur la structure et la diversité floristique des forêts claires et savanes au Bénin. *Tropicultura*, 25(4): 221-227.

- Stehfest, E., van Vuuren, D., Kram, T., Bouwman, L., Alkemade, R., Bakkenes, M., Biemans, H., Bouwman, A., den Elzen, M., Janse, J., Lucas, P., van Minnen, J., Müller, M., Prins, A., 2014. Integrated Assessment of Global Environmental Change with IMAGE 3.0. Model description and policy applications. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague, 370 p.
- Szaniawsky, H, 1982. Développement des parcs nationaux : Plan directeur du Parc National du W du Niger. Rapport technique 3, PNUD/FAO, Rome, 98 p.
- Tchamba, M.N., Fondja Hendji, P.C., Weladji, R.B. et Etoga, G.M., 2015. Abondance et distribution des grands signe et des activités humaines dans le Parc National de Campo Ma'an, sud Cameroun. *Tropicultura*, numéro spécial (NS), 3-11.
- Tchibozo, S. et Motte-Florac, E., 2004. Animaux médicaux du Bénin : des drogues anciennes toujours actuelles. *Bulletin de liaison de l'Association des Amis du Musée de la pharmacie*, 29, 40-47.
- Thienpont, S., 2005. Habitats et comportements de ponte et d'hivernation chez la Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) en Isère. Diplôme de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, 160 p.
- Thuiller, W., 2003. Impact des changements globaux sur la biodiversité en Europe : projections et incertitudes. Thèse, Université Montpellier II sciences et techniques du Languedoc, France, 344 p.
- Thuiller, W., Lavorel, S. and Araujo, M.B., 2005. Niche properties and geographical extent as predictors of species sensitivity to climate change. *Global Ecology and Biogeography*, 14:347-357.
- Thuiller, W., Münkemüller, T., Schiffrers, K.H., Georges, D., Dullinger, S., Eckhart, V.M., Edwards, T.C., Gravel, D., Kunstler, G., Merrow, C., Moore, K., Piedallu, C., Vissault, S., Zimmermann, N.E., Zurell, D. and Schurr, F.M., 2014. Does probability of occurrence relate to population dynamics? *Ecography*, 37, 1155-1166.
- Tiomoko, D., 2014. Gestion de la Réserve de Biosphère de la Pendjari: modes de gestion et proposition d'un modèle conceptuel de durabilité. Thèse de doctorat unique, Université d'Abomey-Calavi, 155 p.
- Tohmé, H. et Tohmé, G., 1981. Quelques données anatomiques sur le porc-épic *Hystrix indica*, Kerr, 1792 (Rodentia). *Mammalia*, 45, 363-371.
- Ugulu, I., 2012. Fidelity level and knowledge of medicinal plants used to make therapeutic turkish baths. *Ethno Med*, 6(1): 1-9.
- UICN / PAPACO, 2009. Patrimoine Mondial Naturel de l'Afrique de l'Ouest : état, valeurs du label et priorités de conservation ? UICN, Gland, Suisse et Cambridge, 69 p.
- UICN, 2010. Red List. <http://www.UICNredlist.org>.

- Van Aarde, R., 1998. An ecological perspective of reproduction in the cape porcupine. *Transactions of the royal society of South Africa*, 53(2): 237-243.
- van Vliet, N., Vanegas, L., Sandrin, F., Cornelis, D., Le Bel, S., Dominique, E., Gevais, O.O., Gaidet, N., Fargeot, C., Essiane, E., Sicard, J.-C., Gely, M., Lescuyer, G., Billand, A., Nasi, R., Jepang, C., Ayaya, I., Broussolle, L., Muhindo, J., Houngebegnon, F., Fagot, R., Ba Zibe, S.A.M., Granier, E., Kidiba, A., Yapi, F. and Ngohouani, D., 2015. Diagnostic approfondi pour la mise en œuvre de la gestion communautaire de la chasse villageoise. Guide pratique et exemples d'application en Afrique centrale. Centre de Recherche Forestière Internationale (CIFOR), document de Travail 183, 80 p.
- Viennot, M., 1978. Carte pédologique de reconnaissance de la République Populaire du Bénin au 1/200000. Notice explicative n°66, Feuille de Kandi-Karimama. Orstom, Paris, France, 45 p.
- Vomscheid, M., 2011. Etude de l'habitat du cercocèbe à collier blanc et de sa fragmentation. Master II, Gestion des habitats et des bassins versants, Université de Rennes I, 44 p.
- Walsh, P.D. and White, L.J.T., 1999. What will it take to monitor forest elephant populations? *Conservation Biology*, 13, 1194-1202.
- Warren, D.L., Glor, R.E. and Turelli, M., 2010. ENMTools: a toolbox for comparative studies of environmental niche models. *Ecography*, 33, 607-611.
- Weir, B. J., 1974. Reproductive characteristics of hystricomorph rodents. *Symposium of the Zoological Society of London*, 34, 265-301.
- Wembou, E-N.P., Atakpama, W., Fandohan, B., Tozo, K. et Akpagana, K., 2017. Incidences des facteurs bioclimatiques sur la distribution et la conservation de *Dioscorea praehensilis* Benth dans la zone subhumide du Togo. *Revue Canadienne de Géographie* *Canadian*, 4(1): 59-68.
- White, L.J.T et Edwards, A., 2000. Conservation en forêt pluviale africaine: méthodes de recherche. The Wildlife Conservation Society, New York USA, 456 p.
- Williams, J.A., Su, H.S., Bernard, A., Field, J. and Sehgal, A., 2001. A circadian output in *Drosophila* mediated by Neurofibromatosis-1 and Ras/MAPK. *Science*, 293(5538): 2251-2256.
- Wilson, R. et Dulieu, D., 2004. La géologie. In Lamarque F. Les grands mammifères du complexe WAP. CIRAD, France, p. 14-16.
- Wilson, V., 2005. Duikers of Africa. Masters of the African forest Floor. Zimbi books. Pretoria, South Africa, 795 p.
- Yaokokore-Beibro, K.H., Kasse, B.K., Souleman, O., Koué-Bi, M.T., Kouassi, P.K. et Foua-Bi, K., 2010. Ethnozoologie de la faune mammalogique de la forêt classée de Badénou (Korhogo, Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine*, 22(2): 185-193.

Liste des figures

Figure 1: Carte de la situation géographique de l'aire d'étude (réserves de la Pendjari et du W du Bénin)	19
Figure 2: Précipitations et températures (maximum et minimum) moyennes mensuelles à Natitingou (a) et à Kandi (b) pour la période 1986-2015	21
Figure 3: Carte du réseau hydrographique de l'aire d'étude	23
Figure 4: Carte pédologique des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin	26
Figure 5: Classification de l'occupation du sol à partir de l'image satellite	28
Figure 6: Carte de la distribution du porc-épic à crête (<i>Hystrix cristata</i>) dans le monde	46
Figure 7: Carte de l'aire de répartition de <i>H. cristata</i> au Bénin	48
Figure 8: Exemple simplifié de la méthode de dénombrement par recce guidé	60
Figure 9: Localisation des villages d'enquêtes autour des deux réserves de biosphère (Pendjari et W-Bénin) ..	69
Figure 10: Abondance des indices de présence par types d'habitat	88
Figure 11: Valeurs de l'indice de Jacobs	89
Figure 12: Carte de distribution des indices de présence de <i>Hystrix cristata</i> et types d'habitats	90
Figure 13: Importance relative des indices de présence de <i>Hystrix cristata</i> dans l'aire d'étude	91
Figure 14: Fréquence d'observation des indices de <i>Hystrix cristata</i> en fonction des essences ligneuses	93
Figure 15: Répartition des indices de <i>Hystrix cristata</i> en fonction de l'altitude	94
Figure 16: Distribution de l'occurrence des indices de <i>Hystrix cristata</i> en fonction de l'altitude.....	95
Figure 17: Carte de répartition spatiale des indices de <i>Hystrix cristata</i> en fonction des altitudes	96
Figure 18: Proportions des différentes familles de plantes consommées par <i>Hystrix cristata</i>	99
Figure 19: Proportions relatives des espèces végétales dans le régime alimentaire de <i>H. cristata</i>	102
Figure 20: Courbes ROC obtenues.....	104
Figure 21: Test de Jackknife sur la contribution des variables sélectionnées pour prédire les habitats	106
Figure 22: Performance des variables environnementales avec la procédure de Jackknife pour obtenir le meilleur modèle	106
Figure 23: Carte de la probabilité de présence actuelle des habitats favorables de <i>H. cristata</i> dans l'aire d'étude	108
Figure 24: Carte prédictive des habitats favorables pour <i>H. cristata</i> à l'horizon 2055 (scénario 4.5)	110
Figure 25: Carte prédictive des habitats favorables pour <i>H. cristata</i> à l'horizon 2055 (scénario 8.5)	112
Figure 26: Comparaison des fréquences des probabilités de présence actuelle de <i>H. cristata</i> aux projections	114
Figure 27: Fréquences des citations des usages au sein des 9 groupes ethniques	117
Figure 28: Parties utilisées et fréquences de citation	118
Figure 29: Fréquence de citation, niveau de fidélité des parties préférées et utilisées dans l'alimentation	120
Figure 30: Valeurs du Facteur de Consensus des différentes parties en médecine africaine	122
Figure 31: Fréquences de citation des parties et niveau de fidélité des répondants	124
Figure 32: Perceptions des populations riveraines sur l'état de l'espèce.....	128
Figure 33: Importances relatives (%) des types de menaces selon les enquêtes par communes	130

Liste des planches

Planche 1: Vues partielles d'affleurements rocheux au niveau du lit d'une rivière dans la Pendjari (a), de blocs rocheux dans le W-Bénin (b) et de la chaîne de l'Atacora avec sa végétation au sud de la réserve de Pendjari (c et d).....	24
Planche 2: Types de formations végétales dans les réserves de biosphère (Pendjari et W du Bénin) .	29
Planche 3: Porc-épic du Cap (<i>Hystrix africaeaustralis</i>) (a) et porc-épic à crête africain (<i>Hystrix cristata</i>) (b).....	41
Planche 4: Illustration d'athérure africain, des pattes avant et arrière (a) et du porc-épic à crête (b)	44
Planche 5: Hérissons	45
Planche 6: Signes indiquant la présence de <i>Hystrix cristata</i> : piquants (a); fèces (b); terrier/tanière (c)	62
Planche 7: Indices de présence de <i>Hystrix cristata</i> : terrier (a); reste d'aliment (b); piquant (c); fèces (d)	92
Planche 8: Amas de fèces déposés entre de gros rocheux (a) et terrier sur sol rocailleux (b)	97
Planche 9: Exemples d'espèces végétales consommées par les porcs-épics à crête dans l'aire d'étude : pied de <i>B. aegyptiaca</i> (b); fruits non mûrs de <i>Vitellaria paradoxa</i> (c); <i>Cochlospermum tintorium</i> en fleur (d).....	101
Planche 10: Etalages de vente d'organes animaux avec présence de piquants au marché de Tanguiéta (a) et au marché de Founougo (b).	127

Liste des photos

Photo 1: Porc-épic à crête indien (<i>Hystrix indica</i>).....	42
Photo 2: Porc-épic à crête africain (<i>Hystrix cristata</i>), avec crinière caractéristique (délimité par le cercle rouge).....	53
Photo 3: Mamelon du porc-épic à crête africain (<i>H. cristata</i>) femelle	54
Photo 4: Enregistrement des données pour la description des fèces et du site d'observation	61
Photo 5: Os dans un terrier de <i>Hystrix cristata</i>	103
Photo 6: natte traditionnelle fabriquée à base de paille prélevée dans la réserve du W à Alfakoara ..	131
Photo 7: Piquants du porc-épic à crête laissés par un braconnier après abattage	132

Liste des tableaux

Tableau 1: Répartition des enquêtés suivant les groupes ethniques, le sexe et la catégorie socioprofessionnelle	71
Tableau 2: Indices de connaissance et d'usages calculés pour <i>Hystrix cristata</i>	72
Tableau 3: Variables bioclimatiques	76
Tableau 4: Variables climatiques incluses dans le modèle de niche écologique combinée à l'élévation, la végétation et le sol.....	80
Tableau 5: Plantes, familles et parties consommées par <i>Hystrix cristata</i>	100
Tableau 6: Pourcentages de contribution de chaque variable environnementale au modèle	105
Tableau 7: Désignations locales du porc-épic à crête par les groupes ethniques enquêtés.....	116
Tableau 8: Facteur de Consensus Informateur (FCI) par catégorie d'usage	118
Tableau 9: Fréquences et valeurs du niveau de fidélité des parties en fonction des catégories d'usage	119
Tableau 10: Parties utilisées dans la pharmacopée et fréquences de citation	121
Tableau 11 : Pathologies traitées par les différents organes de <i>Hystrix cristata</i> chez les différentes ethnies	123
Tableau 12: Valeurs d'indice de diversité (UD) et d'équitabilité (UE) pour les différents usages.....	125
Tableau 13: Moyennes des usages spécifiques de <i>H. cristata</i> suivant les groupes ethniques.....	126
Tableau 14: Valeurs de l'indice de connaissance au sein des enquêtés en fonction des communes	128

ANNEXES

Annexe_1 : Publications et communications relatives au travail de thèse

MOUZOUN Séraphin, LOUGBEGNON Toussaint O. et CODJIA Jean T. Claude, 2017. Perceptions des causes de disparition du porc-épic à crête de la réserve de biosphère du nord Bénin. *Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou*, N°06, Vol. 1, pp. 103-123.

Séraphin Mouzoun, Toussaint O. Lougbegnon, Laurent G. Houessou et Jean T. C. Codjia, 2018. Valorisation du porc-épic à crête (*Hystrix cristata*) par les communautés des réserves de biosphère de Pendjari et du W (Bénin). *Bois et Forêts des Tropiques*, Vol. 335, 1^{er} trimestre-janvier 2018, pp. 39-47.

Séraphin Mouzoun, Toussaint O. Lougbegnon et Jean T. Claude Codjia, 2018. Pression démographique et conservation de la faune dans les réserves de biosphère du Benin (*Population pressure and wildlife conservation in Benin biosphere*). *Nature & Faune*, vol. 32, n°1, pp. 82-85.

Séraphin MOUZOUN, Toussaint O. LOUGBEGNON et Jean T. Claude CODJIA. "Étude de quelques aspects écologiques du porc épic à crête (*Hystrix cristata*) dans la réserve de biosphère de la Pendjari au Bénin". *Journées Scientifiques du Centre Béninois de la Recherche Scientifique et de l'Innovation*, 26 au 28 juin 2018. Communication orale.

POSTER

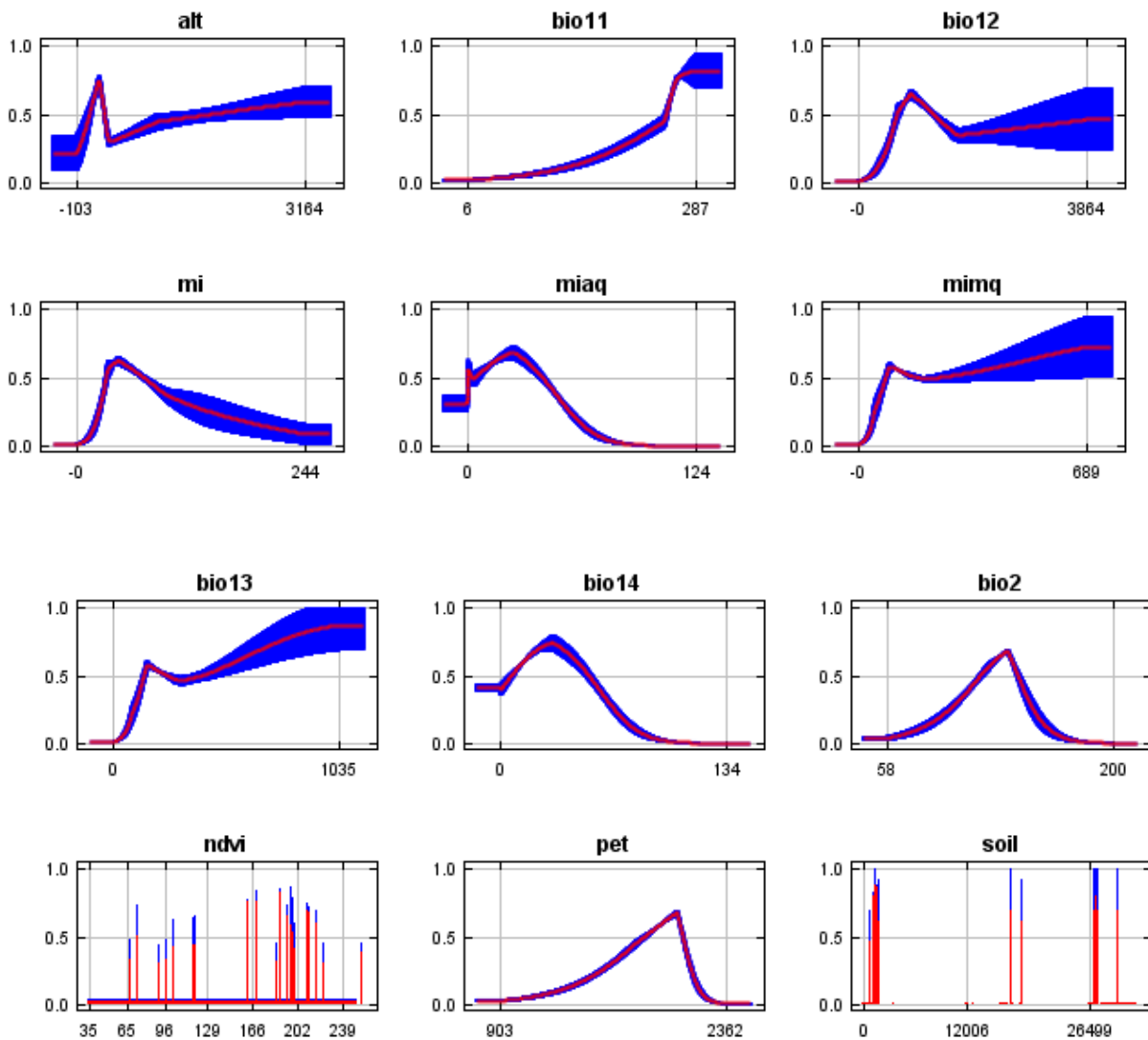
Séraphin MOUZOUN, Toussaint O. LOUGBEGNON & Jean T. Claude CODJIA, 2017. Caractérisation de l'habitat du porc-épic à crête (*Hystrix cristata* L.) dans la réserve transfrontalière du W au Bénin.

ARTICLE SOUMIS AUX REVUES ET EN COURS DE RELECTURE

Séraphin MOUZOUN, Toussaint O. LOUGBEGNON et Jean T. Claude CODJIA. Habitats préférentiels du Porc-épic à crête (*Hystrix cristata*) dans les réserves de biosphère du Bénin. (Soumis à Revue d'Ecologie, France).

Annexe_2 : Quelques résidus des traitements de données

Relations entre les variables environnementales utilisées pour le modèle et la probabilité de présence du porc-épic à crête dans les réserves de biosphère du Bénin



Courbes de réponse

Ces courbes montrent comment chaque variable environnementale affecte la prédiction de Maxent.

Annexe_3.2 : Fiche de relevé des comptages nocturnes

FICHE D'OBSERVATION NORTCURNE DE PORC-EPIC A CRETE					
DATE :..... / /		RESERVE :		SECTEUR :	
N° d'ordre	Heure d'observation (heure et minutes)		Coordonnées GPS		Nombre (seul, couple, etc.)
Heure (heure et minutes)		Distance parcourue (à vol d'oiseau)		Autres :	
Départ					
Arrivée					

Annexe_3.3 : Fiche d'enquête auprès des populations

Fiche n° : Date : Code GPS : X : Y :
 Arrondissement : Commune : Village/Qtier :
 Nom et Prénom(s) de l'enquêté : Profession :
 Age : Sexe : Ethnie : Autres activités :

A- Connaissance de l'espèce

1- Connaissez-vous le porc-épic (après description) ? Oui /___/ Non /___/

2- Quel est son nom dans votre ethnie ?

B- Ethnozoologie

3- Quels sont les domaines d'usages de porc-épic ? a- alimentation /___/ b- médecine africaine /___/

c- autres (à préciser)

4- Quelle est l'importance de l'utilisation de l'espèce ? Alimentation /___/ Médecine africaine /___/

3 = espèce fortement utilisée ; 2 = espèce moyennement utilisée ; 1 = espèce faiblement utilisée

5- Quelles utilisations médicinales ou mystiques connaissez-vous au porc-épic ?.....

6- Quelles sont les organes utilisés dans la médecine ?.....

- lesquels sont plus utilisés ?

3 = organe fortement utilisé ; 2 = organe moyennement utilisé ; 1 = organe faiblement utilisé

7- Quelles sont les parties les plus consommées ?

- Comment appréciez-vous le goût de la viande ? Très bon /___/ bon /___/ mauvais /___/ intermédiaire /___/

8- Quelles maladies sert-t-il à guérir ?

- et quelles maladies sert-il à causer ?

9- Le porc-épic existe-t-il toujours en abondance ? Oui /___/ Non /___/

Pourquoi ?

10- Quels sont les pouvoirs naturels de porc-épic ?

11- Le porc-épic est-il vénéré dans votre milieu ? Oui /___/ Non /___/

12- Quels sont les interdits liés à l'espèce ?

13- Connaissez-vous des proverbes/contes/pensées/dictons/chansons liés au porc-épic ?

14- Pensez-vous que les animaux peuvent aider l'homme à rentrer en contact avec les génies ?

Oui /___/ Non /___/

Si Oui, quelle est la spécificité du porc-épic à crête ?

15- Consommez-vous actuellement la viande de porc-épic ? Oui /___/ Non /___/

Si Non, pourquoi n'en consommez-vous pas ? 1- Je n'aime pas le goût /___/ 2- Trop cher /___/ 3- Difficile d'en trouver

/___/ 4- Risque pour la santé /___/ 5- Interdit par la loi /___/ 6- Interdit par la coutume /___/ 7- Interdit religieux /___/

Autres raisons

Si Oui, pourquoi en consommez-vous ? 1- pour le goût, la saveur /___/ 2- plus nourrissant /___/ 3- moins cher /___/

4- habitude prise /___/ 5- une tradition de mon ethnie /___/ 6- Autres raisons.....

Autres observations et informations diverses :

Annexe_3.4 : Fiche de renseignement sur la composition du régime alimentaire auprès des personnes ressources

Date de collecte : Lieu :

Nom de l'enquêté : Ethnie : Profession.....

N°	Espèces appréciées		Parties consommées	Indice de présence selon la saison	
	Nom local	Nom français ou scientifique		Pluies	Sèches
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

Table des matières

Sommaire.....	2
PROLOGUE.....	3
Dédicace.....	4
Remerciements.....	5
Sigles et acronymes.....	7
Résumé.....	8
Abstract.....	9
INTRODUCTION GENERALE.....	10
1. Problématique.....	10
2. Objectifs de la thèse.....	14
3. Hypothèses de recherche.....	15
4. Importance de l'étude.....	15
5. Structure de la thèse.....	15
PREMIERE PARTIE : MILIEU D'ETUDE, MATERIELS ET METHODES.....	17
CHAPITRE 1 : MILIEU D'ETUDE.....	18
1.1. Aperçu général des réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin.....	18
1.1.1. Situation géographique.....	18
1.1.2. Climat.....	20
1.1.3. Réseau hydrographique, relief et unités géologiques.....	22
1.1.4. Flore.....	27
1.1.5. Caractéristiques humaines.....	30
1.2. Présentation de la Réserve de Biosphère de la Pendjari.....	31
1.2.1. Situation géographique.....	31
1.2.2. Climat.....	31
1.2.3. Sols.....	32
1.2.4. Relief et réseau hydrographique.....	32
1.2.5. Végétation et faune.....	33
1.2.6. Milieu humain.....	35
1.3. Présentation de la Réserve Transfrontalière de Biosphère du W du Bénin.....	35
1.3.1. Situation géographique.....	35
1.3.2. Climat.....	36
1.3.3. Unités géologiques et sols.....	36
1.3.4. Relief et réseau hydrographique.....	37
1.3.5. Végétation et faune.....	37
1.3.6. Populations riveraines.....	38
CHAPITRE 2 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE SUR <i>HYSTRIX CRISTATA</i>	40
2.1. Présentation du porc-épic à crête (<i>Hystrix cristata</i>).....	40
2.1.1. Description et position systématique.....	40
2.1.2. Différences entre porc-épic à crête et athérure africain et porc-épic à crête et hérisson.....	42
2.1.3. Répartition géographique du porc-épic à crête.....	45
2.1.4. Etat de la population.....	49
2.1.5. Habitat et rythme d'activité.....	49
2.1.6. Régime alimentaire.....	50
2.1.7. Causes de la disparition.....	50
2.1.7.1. En Afrique et dans le monde.....	50

2.1.7.2. Au Bénin.....	50
2.1.8. Stratégie de défense contre les prédateurs.....	51
2.1.9. Statut de conservation selon CITES et UICN.....	51
2.1.10. Morphologie de l'espèce	52
1.2.11. Formule dentaire	54
2.1.12. Reproduction et organisation sociale	54
CHAPITRE 3 : MATERIELS ET METHODES DE COLLECTE	56
3.1. Matériels et outils utilisés pour la collecte des données	56
3.2. Synthèse générale de l'approche méthodologique	56
3.3. Inventaire des indices de présence et caractérisation des sites d'observation	58
3.3.1. Méthode de collecte d'indice de présence	58
3.3.2. Caractérisation des sites d'observation.....	62
3.3.3. Cartographie des habitats de l'aire d'étude	63
3.3.4. Traitement des données.....	63
3.3.4.1. Abondance des indices de présence et habitats fréquentés	63
3.3.4.2. Sélection de l'habitat	64
3.3.4.3. Traitement cartographique	65
3.4. Evaluation des pressions et les menaces	66
3.4.1. Collecte des données sur les menaces.....	66
3.4.2. Traitement des données.....	67
3.5. Appréciations des connaissances ethnozoologiques	68
3.5.1. Collecte des données.....	68
3.5.2. Traitement des données.....	71
3.6. Etude de la composition du régime alimentaire de <i>H. cristata</i> en milieu naturel	72
3.6.1. Collecte des données sur le régime alimentaire du porc-épic à crête	73
3.6.2. Traitement des données.....	73
3.7. Distribution prédictive du porc-épic à crête	74
3.7.1. Collecte des données pour la modélisation de la niche écologique	75
3.7.2. Modèle de distribution	77
3.7.3. Cartographie et analyse spatiale des habitats favorables (actuel et futur) de <i>H. cristata</i>	84
DEUXIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION.....	87
CHAPITRE 4 : CARACTERISTIQUES ECOLOGIQUES DE <i>H. CRISTATA</i> ET PREDICTION DES HABITATS FAVORABLES.....	88
4.1. Localisation des indices de présence et habitats utilisés par le porc-épic à crête	88
4.1.1. Sélection de l'habitat	91
4.1.1.1. Intensité des indices dans les habitats et espèces végétales	91
4.1.1.2. Densité des indices de <i>Hystrix cristata</i> en fonction des espèces alimentaires	92
4.1.1.3. Répartition des indices en fonction de l'altitude	93
4.1.2. Abondance relative des porcs-épics à crête dans l'aire d'étude.....	97
4.2. Profil général du régime alimentaire de <i>Hystrix cristata</i> dans l'aire d'étude	98
4.2.1. Espèces végétales consommées et différentes parties concernées	98
4.2.2. Analyse de la niche trophique	103
4.3. Modélisation de la niche fondamentale du porc-épic à crête (<i>Hystrix cristata</i>).....	103
4.3.1. Evaluation et validation du modèle.....	103
4.3.2. Distribution et étendue des habitats favorables (actuel et futur) du porc-épic à crête	107

CHAPITRE 5 : CONNAISSANCES ENDOGENES SUR <i>H. CRISTATA</i> ET FORMES DE PRESSION DANS L'AIRE D'ETUDE	116
5.1. Connaissances et utilisations de <i>Hystrix cristata</i> dans l'aire d'étude	116
5.1.1. Nomenclature locale du porc-épic à crête	116
5.1.2. Utilisations de <i>Hystrix cristata</i> par les populations riveraines	116
5.1.3. Facteurs de consensus des catégories d'usage et des parties utilisées	118
5.1.4. Variation de connaissances des usages de <i>Hystrix cristata</i>	120
5.1.4.1. Usage alimentaire	120
5.1.4.2. Usage médicinal	121
5.1.4.3. Usage ornemental ou artisanal	124
5.1.4.4. Usage commercial	124
5.1.5. Diversité et distribution des connaissances au sein des enquêtés	125
5.1.6. Connaissances d'usage selon les ethnies	126
5.2. Perceptions des populations riveraines sur l'abondance de <i>H. cristata</i>	127
5.3. Evaluation des menaces dans les Réserves de Biosphère du Bénin	129
5.3.1. Types de menaces	129
5.3.2. Différentes formes de pression exercées sur les populations du porc-épic à crête dans l'aire d'étude et leurs impacts	130
5.3.2.1. Causes de régression de <i>Hystrix cristata</i> perçues par les populations riveraines	130
5.3.2.1.1. Perturbations des habitats	130
5.3.2.1.2. Chasse/braconnage dans les réserves de biosphère de la Pendjari et du W du Bénin	131
5.3.2.1.3. Transhumance	132
5.3.2.1.4. Climat (changement du climat)	133
5.3.3. Effets des menaces	133
CHAPITRE 6 : DISCUSSION, MESURES DE CONSERVATION ET PERSPECTIVES	135
6.1. Méthodes appliquées	135
6.2. Ecologie du porc-épic à crête dans l'aire d'étude	137
6.2.1. Distribution du porc-épic à crête	137
6.2.2. Régime alimentaire	138
6.3. Formes de pressions et menaces sur les populations du porc-épic à crête	139
6.3.1. Différentes formes de pressions	139
6.3.2. Menaces	143
6.4. Prédiction de la répartition de l'habitat de <i>Hystrix cristata</i> dans l'aire d'étude	144
6.5. Limites des méthodes et protocoles employés	147
6.6. Mesures de conservation du porc-épic à crête et d'aménagement des habitats	149
6.7. Perspectives	151
CONCLUSION GENERALE	153
Références bibliographiques	157
Liste des figures	175
Liste des photos	176
Liste des tableaux	177
ANNEXES	178