

UNIVERSITE IBA DER THIAM DE THIES



**UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHES SCIENCES ET TECHNOLOGIES
DEPARTEMENT HYDROSCIENCE ET ENVIRONNEMENT**

**LA REPARTITION DES GRANDS CARNIVORES PAR
RAPPORT AUX PROIES : CAS DU PARC NATIONAL DU
NIOKOLO KOB**

Mémoire présenté et soutenu publiquement le 19/12/2022
Pour l'obtention
du diplôme de Master en Ingénierie et Gestion de l'Environnement

Option : **Gestion des Ressources Naturelles et Risques**

par Monsieur Assane DIOUF

2^{ème} Promotion

devant le jury composé de :

Pr Cheikh SALL	Maître de Conférences	UFR SANTE/UIDT	Président
Lt/Cl Ibrahima GUEYE	Conseiller Technique	DPN/MEDDTE	Examineur
Dr Ousmane DIANKHA	Assistant	UFR SET/UIDT	Examineur
Dr Mallé GUEYE	Maître-Assistant	UFR SET/UIDT	Encadreur

Année universitaire: 2021/2022

REMERCIEMENTS

Je rends grâce à ALLAH, le TOUT PUISSANT, de m'avoir donné une santé de fer durant toute la formation, je remercie mon guide spirituel BOROM TOUBA. Je remercie mes parents et tous les membres de ma famille.

J'exprime toute ma gratitude au Dr Mallé GUEYE pour la confiance placée à ma modeste personne pour réaliser cette étude et pour avoir accepté de superviser ce travail.

Mes remerciements vont aussi à l'endroit des membres du jury notamment le Pr Cheikh SALL, le Lt/Cl Ibrahima GUEYE et le Dr Ousmane DIANKHA pour avoir accepté de faire partie du jury.

Une mention spéciale est réservée à l'ensemble du personnel administratif du Parc National du Niokolo Koba particulièrement ceux du bureau suivi écologique à savoir les Sergents Abdou Aziz NDIAYE et Ousmane THIAW pour leurs soutiens durant la collecte et le traitement des données.

Je remercie également mon camarade étudiant Djibril MBODJ pour le bon compagnonnage durant les différentes missions et aussi à l'ensemble des étudiants de la 2^{ème} promotion du Master en Ingénierie et Gestion de l'Environnement (MIGE).

J'exprime également toute ma gratitude à mon ami Mouhamed Boye DIALLO et toute sa famille pour leur accueil chaleureux durant mon séjour à Tambacounda.

Je ne terminerai pas sans remercier mon ami et frère Mouhamadou Mody NDIAYE, sa femme Ndèye Ami NDOUR et toute sa famille pour leur soutien durant tout mon séjour chez eux.

Mention spéciale à ma femme Anta DIOUF pour son soutien moral.

Enfin, je remercie tous ceux qui de près ou de loin m'ont aidé à accomplir ce travail.

RESUME

La connaissance de la distribution spatiale et de l'abondance de la faune est fondamentale pour une bonne gestion et conservation de la biodiversité d'une aire protégée. Cette étude a pour objectif de contribuer à l'amélioration des connaissances de l'état de conservation de la grande et moyenne faune notamment les trois grands carnivores (lion, panthère et hyène tachetée) et de leurs principales proies au Parc National du Niokolo Koba entre 2019 et 2021. Pour ce faire, un total de 184 pièges photographiques a été installé (2 km x 2 km). Les données obtenues ont permis de déterminer la distribution actuelle puis de modéliser l'habitat des grands carnivores et de leurs proies à l'aide du logiciel MaxEnt. Ces dernières sont composées entre autres de l'éland de derby, du buffle d'Afrique de l'Ouest, de l'hippotrague, du bubale major, du cobe defassa, du cobe de buffon, du céphalophe de grimm, du céphalophe à flancs roux, de l'ourébi, du phacochère, du guib harnaché et du babouin de Guinée. Les résultats ont révélé une augmentation du nombre d'événement de toutes les espèces sur les trois années d'étude. Ils ont suggéré aussi que le babouin de Guinée est l'espèce la plus abondante et représente 59,8 % des observations alors que l'hippotrague domine en termes de biomasse avec 32,21% de la biomasse totale. Le guib harnaché quant à lui, a la plus grande aire de distribution selon les observations sur les pièges photographiques (73,91%). Les résultats de la modélisation montrent que la distribution des espèces au niveau du parc est principalement influencée par les plans d'eau. Chez les grands carnivores étudiés, le lion d'Afrique a le plus grand habitat favorable avec 67% d'adéquation couvrant 17,07% du noyau central du parc, suivi de la hyène tachetée (16%) et du léopard d'Afrique (13,16%).

Mots-clés : Abondance relative ; Distribution ; Grands carnivores ; Modélisation ; Parc National du Niokolo Koba ; Piège photographique.

ABSTRACT

Knowledge of the spatial distribution and abundance of wildlife is fundamental for the proper management and conservation of the biodiversity of a protected area. This study aims to contribute to the improvement of knowledge on the conservation status of large and medium fauna including the three large carnivores (lion, panther and spotted hyena) and their main prey in the Niokolo Koba National Park between 2019 and 2021. A total of 184 camera traps has been installed (2km x 2km). The data obtained were used to determine the current distribution and then to model the habitat of large carnivores and their prey using MaxEnt software. The latter are composed between of the derby eland, the West African buffalo, the roan antelope, the hartebeest major, the defassa waterbuck, the Buffon's waterbuck, the grimm's duiker, the red-sided duiker, the ourebi, the warthog, bushbuck and the Guinea baboon. The results revealed an increase in the number of observations of all species over the three years of study. They also suggest that the Guinea baboon is the most abundant species and accounts for 59.8% of observations while the hippotrague dominates in terms of biomass with 32.21% of the total biomass. The bushbuck has the largest distribution area according to observations on camera traps (73.91%). The modelling results show that the distribution of species at the NKNP level is mainly influenced by water bodies. Among the large carnivores studied, the African lion has the largest favorable habitat with 67% adequacy brooding 17.07% of the central core of the park, followed by the spotted hyena (16%) and the African leopard (13.16%).

Keywords: Relative abundance; Large carnivores; Distribution; Modeling; Niokolo Koba National Park; Camera trap.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	i
RESUME.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TABLE DES MATIERES	iv
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES FIGURES.....	vii
LISTE DES PHOTOS.....	vii
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....	viii
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	3
1.1. Etat de connaissance sur les grands carnivores	3
1.1.1. Lion d’Afrique de l’Ouest	3
1.1.2. Léopard d’Afrique.....	5
1.1.3. Lycaon.....	7
1.1.4. Hyène tachetée	9
1.2. Importance des grands carnivores dans la conservation de la biodiversité	11
1.3. Menaces	11
CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODES	13
2.1. Présentation de la zone d’étude	13
2.2. Collecte de données	17
2.2.1. Piège photographique	17
2.2.2. Variables environnementales	18
2.3. Traitement et analyse des données	19
2.3.1. Estimation de l’abondance relative	19
2.3.2. Occupation naïve des grands carnivores et de leurs proies	20
2.3.3. Modélisation.....	20

CHAPITRE III :RESULTATS ET DISCUSSION	23
3.1. Résultats.....	23
3.1.1. Abondance relative.....	23
3.1.2. Estimation de l'occupation naïve des grands carnivores et de leurs proies	27
3.1.3. Répartition spatiale des grands carnivores et de leurs proies.....	28
3.2. Discussion.....	32
3.2.1. Abondance relative	32
3.2.2. Répartition spatiale des carnivores et des proies	34
3.2.2.1. Répartition spatiale des grands carnivores	34
3.2.2.2. Répartition spatiale des proies	35
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	37
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	38
Annexe 1.....	46
Annexe 2.....	47
Annexe 3.....	49

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Nombre de pièges photographiques fonctionnelles, nombre de jours de piégeage , nombre d'évènement	23
Tableau 2: Taux moyen de piégeage photographique de chaque espèce prédominante dans sa catégorie respective	25
Tableau 3: Le succès de groupe des espèces de proies les plus abondantes en nombre d'individus par 100 jours en fonction de la taille moyenne du groupe	26
Tableau 4: Aire de distribution prédite par espèces dans la zone d'étude	27
Tableau 5 : La contribution des variables environnementales sur la modélisation de la distribution spatiale des grands carnivores dans MaxEnt et les valeurs moyennes de l'AUC	28
Tableau 6: Liste des espèces de mammifères du PNNK identifiées au cours de cette étude et leurs masse moyenne	47

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Aire de distribution du lion d'Afrique de l'Ouest.....	4
Figure 2: Aire de distribution du léopard d'Afrique	6
Figure 3: Aire de distribution du lycaon.....	8
Figure 4 : Aire de distribution de la hyène tachetée	10
Figure 5: Carte de localisation du Parc National du Niokolo Koba	13
Figure 6: Emplacement des pièges photographiques de 2019 à 2021	18
Figure 7: Proportion des différentes catégories d'espèces sur le taux moyen de piégeage photographique pendant les années 2019 à 2021	24
Figure 8: Taux de piégeage par 100 jours par an des différentes catégorie de mammifères	24
Figure 9: Part des différentes espèces sur la masse corporelle relative totale (en tant que mesure du succès de groupe par 100 jours).....	27
Figure 10 : Répartition spatiale potentielle du lion d'Afrique de l'Ouest avec adéquation de l'habitat > 50% et > 67% et le nombre d'événement de 2019 à 2021	29
Figure 11: Répartition spatiale potentielle du léopard d'Afrique avec adéquation de l'habitat > 50% et > 67% et le nombre d'événement de 2019 à 2021.....	30
Figure 12: Répartition spatiale potentielle de la hyène tachetée avec adéquation de l'habitat > 50% et > 67% et le nombre d'événement de 2019 à 2021.....	31
Figure 13: Répartition des proies par rapport aux grands carnivores de 2019 à 2021	32
Figure 14: Répartition potentielle des populations de proies avec adéquation de l'habitat...	47

LISTE DES PHOTOS

Photo 1: Le lion d'Afrique de l'Ouest	3
Photo 2:Le léopard d'Afrique	5
Photo 3: Le lycaon.....	7
Photo 4: La hyène tachetée	9
Photo 5: Désinstallation de piège photographique	49

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

ANACIM :	Agence nationale de l'Aviation Civile et Météorologique
AUC:	Area Under the Receiver Operating Characteristic Curve (Aire Sous la Courbe ROC)
CTAP:	Camera Trap Analysis Package
CITES :	Convention sur le Commerce International des Espèces Sauvages en Voies D'Extinction
DPN :	Direction des Parcs nationaux
MEDDTE :	Ministère de l'Environnement du Développement Durable et de la Transition Ecologique
MLG :	Modèle Linéaire Généralisé
PNNK :	Parc national du Niokolo Koba
ROC :	Receiver Operating Characteristic Curve (Courbe Caractéristique d'Opération)
SIG :	Système d'Information Géographique
UICN :	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UNESCO :	Organisation des Nations Unies pour la Science l'Education et la Culture
USGS :	United States Geological Survey
ZSL :	Zoology Society of London

INTRODUCTION

L'Afrique abrite la plus grande variété d'espèces de mammifères au monde, peut-être en raison de sa grande taille et de sa stabilité géologique relative (Bothma et Walker, 1999 ; Kane, 2014). Il englobe 25 % des espèces de mammifères du monde (Mallon *et al.*, 2015). Toutefois, la perte et la fragmentation des habitats dues au développement agricole et à l'urbanisation combinés à la chasse directe, y compris le braconnage et les guerres réduisent considérablement la richesse des mammifères (Barbault et Sastrapradja 1995 ; Karanth et Chellam, 2009). Cette faune sauvage est aujourd'hui confinée dans les aires protégées au niveau desquelles, l'équilibre entre les grands prédateurs et leurs populations de proies est délicats et facilement dérangé (Gueye *et al.*, 2022).

En Afrique de l'Ouest et du Centre, le complexe WAP (regroupant les parcs W au Burkina Faso, Niger et Bénin, Arly au Burkina Faso et Pendjiari au Bénin), le Parc National de Bénoué au Camérout et le Parc National du Niokolo-Koba (PNNK) au Sénégal constituent les derniers bastions avec la diversité des grands mammifères (Riggio, 2011; Kane, 2014).

Au Sénégal, les mammifères connus sont répartis en 192 espèces, 65 genres et 32 familles (MEDD¹, 2014). En général, les grands mammifères sont rencontrés dans les parcs nationaux, essentiellement dans ceux du Niokolo Koba et de la Basse Casamance ou dans la zone d'intérêt cynégétique de la Falémé (DPN², 2010).

Le PNNK est la plus grande aire protégée au Sénégal avec 80 espèces de mammifères, 330 espèces d'oiseaux, 36 espèces de reptiles, 20 espèces d'amphibiens (Dupuy, 1971; Galat, 1997; DPN, 2000). En raison de cette riche biodiversité, le parc a été reconnu comme site du patrimoine mondial et réserve de biosphère par l'UNESCO en 1981.

Le PNNK est inscrit sur la liste du Patrimoine Mondial en Péril par le comité du patrimoine mondial lors de sa 31^e session tenue du 23 juin au 02 juillet 2007, à Christchurch, en Nouvelle Zélande, du fait de la réduction des effectifs des populations fauniques, la dégradation des habitats et les menaces sur l'intégrité du parc. Ce statut a été maintenu en 2021 lors de la 44^e session à Fuzhou en Chine (UNESCO, 2021).

Très peu d'études ont été menées dans cette aire protégée sur la distribution et la dynamique des populations permettant de mettre en évidence l'augmentation ou la régression de leurs effectifs.

¹ MEDD : Ministère de l'Environnement et du Développement Durable

² DPN: Direction des Parcs nationaux

Toutefois, Kane (2014) y avait tenté d'analyser l'abondance, la densité et l'habitat des grands carnivores. Mais, cela n'a pas permis de combler tout le gap en informations sur ces populations fauniques. Des études sur la distribution des grands carnivores, des ongulés et des primates dans ce parc ainsi que leurs interactions s'avèrent donc être importantes dans ce contexte. La modélisation est une approche qui permet de décrire et de prédire les aires de distributions d'une espèce, et d'identifier les facteurs déterminant cette occupation (Phillips *et al.*, 2006). L'évaluation de l'abondance et de la distribution des carnivores et leurs proies est un objectif vital pour définir des programmes de conservation sur le long-terme (Kauffman *et al.*, 2007).

L'objectif global de cette étude est de contribuer à l'amélioration des connaissances sur l'état de conservation de la grande et moyenne faune du Parc National du Niokolo Koba.

Il s'agira de manière spécifique de :

- estimer l'abondance relative des grands carnivores et des différentes proies ;
- cartographier la distribution des grands carnivores et de leurs proies au sein du parc;
- modéliser l'habitat de ces différents mammifères et identifier les facteurs influençant cette répartition.

Ce document comprend trois parties précédées d'une introduction et terminées par une conclusion. La première partie est consacrée à la synthèse des connaissances relatives à la grande et moyenne faune, suivie d'une deuxième partie ayant trait à la méthodologie adoptée. Enfin, la troisième partie concerne la présentation des résultats obtenus et à la discussion.

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Etat de connaissance sur les grands carnivores

Le terme « grand carnivore » désigne généralement des espèces de l'ordre des Carnivores qui se nourrissent de chairs, pesant plus de vingt kilogrammes et possédant une dentition carnassière (Robichaud, 2010). Selon Di Silvestre (2003), le lion (*Panthera leo*), le léopard (*Panthera pardus*), le lycaon (*Lycaon pictus*), la hyène tachetée (*Crocuta*) sont considérés comme de grands carnivores.

1.1.1. Lion d'Afrique de l'Ouest

Le lion d'Afrique de l'Ouest (*Panthera leo*) est un mammifère carnivore de la famille des Félidés. Il était autrefois appelé lion de l'Atlas ou *Felis leo* (par Linné qui l'a décrit en 1758). Seulement deux sous-espèces sont reconnues dans le monde par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) : *Panthera leo leo* (lion d'Afrique de l'Ouest) et *Panthera leo melanochaita* (lion d'Afrique de l'Est) (Kitchener, 2017).



Photo 1: Le lion d'Afrique de l'Ouest (Source: PNNK, 2017)

Selon la dernière évaluation de l'UICN en 2014, le lion d'Afrique est « Présent » dans 28 pays notamment le Sénégal, « Peut-être éteint » dans 7 pays et « Eteint » dans 26 pays (Figure 1).

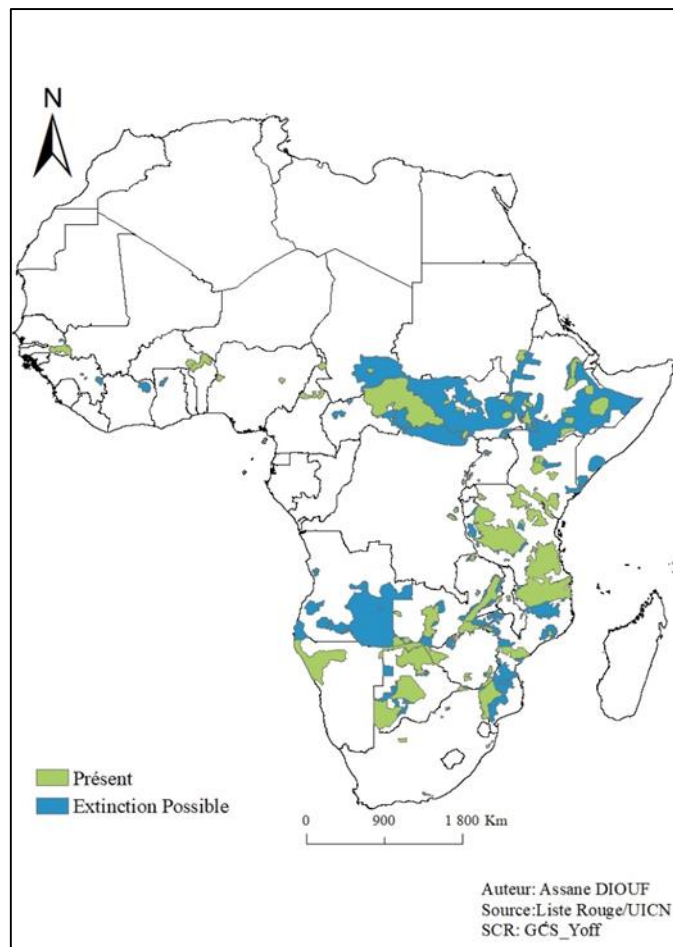


Figure 1: Aire de distribution du lion d’Afrique de l’Ouest

Le lion s’adapte très facilement et donc peut en principe vivre dans tout milieu contenant de l’eau et des proies accessibles (des montagnes à la savane, de la brousse aux zones côtières). La plupart habitent les savanes ouvertes et prairies herbacées, broussailleuses et arborées. Les prairies ouvertes offrent une large vue des proies, les buissons permettent de cacher leurs petits au moment des naissances (Schaller, 1972). Il arrive que certains lions ne boivent pas pendant plusieurs jours, en période sèche, marchant des heures à la recherche de cours d’eau (Haas *et al.*, 2005).

Le lion est un carnivore, la disponibilité des proies est une condition majeure pour la survie d’une espèce de prédateurs. La lionne et le lion mangent respectivement 5 et 7 kg de ration en moyenne par jour (Haas *et al.*, 2005). Un lionceau ne mange que le tiers de la ration des femelles, et les sub-adultes les deux tiers. Ceci reste une moyenne, ils peuvent ne pas manger pendant plusieurs jours, comme ils peuvent ingurgiter 20 à 30 kg de viande en une seule fois (Haas *et al.*, 2005). Le lion est le seul à s’attaquer à des proies de plus de 250 kg. Ils se nourrissent d’ongulés, mais pendant la période sèche ils s’attaquent préférentiellement aux petits mammifères, oiseaux, serpents et tortues, des crocodiles ou même aux éléphants (Haas

et al., 2005 ; Lopez, 2014). Ce sont des opportunistes, c'est-à-dire qu'ils volent les proies d'autres prédateurs, comme les hyènes, les guépards et plus rarement les panthères et les chacals. Le lion peut également se nourrir des petits des autres carnivores notamment les bébés guépards : seul un petit guépard sur deux survit au-delà de l'âge de 3 mois (Lopez, 2014).

Il a été classé « Vulnérable » sur la Liste rouge des espèces menacées (UICN, 2014). Le lion d'Afrique est inscrit à l'annexe 2 par la CITES (Convention sur le Commerce International des Espèces Sauvages en voie d'extinction), c'est-à-dire faisant partie des « espèces qui, bien que n'étant pas nécessairement menacées actuellement d'extinction, pourraient le devenir si le commerce de leurs spécimens n'était pas étroitement contrôlé »³. Selon Henchel *et al.*, (2014) la population de lion dans le PNNK est comprise entre 14 et 54 individus.

1.1.2. Léopard d'Afrique

Le léopard est un mammifère carnivore de la famille des Félidés. Il existe 9 sous-espèces de léopard réparties en Afrique et en Asie. Toutefois, tous les léopards d'Afrique appartiennent à la sous-espèce *Panthera pardus pardus* (Kitchener *et al.*, 2017).



Photo 2: Le léopard d'Afrique (Source: Mignard, 2012)

³ <http://cites.org/fra/app/index.php>

De tous les félins d'Afrique, le léopard (*Panthera pardus*) occupe la plus grande aire de répartition. Il n'a pas d'exigences particulières quant à son habitat pour autant qu'elle y ait une quantité de proies suffisante (Hoppe-Dominik, 2015). En Afrique, le léopard vit dans les forêts, les prairies, les garrigues sèches, la savane et la forêt, ainsi que dans les zones montagneuses, les garrigues côtières, les zones marécageuses, les semi-déserts et les déserts (Stein *et al.*, 2016).

Selon l'UICN (2020), l'espèce est présente dans 63 pays, « Peut-être Éteinte » dans 7 pays, « Éteinte » dans 13 pays, et avec « Présence incertaine » dans 2 pays du continent (Figure 2). La répartition historique du léopard englobait toute l'Afrique subsaharienne, à l'exception de la côte des Squelettes de la Namibie (Jacobson *et al.*, 2016).

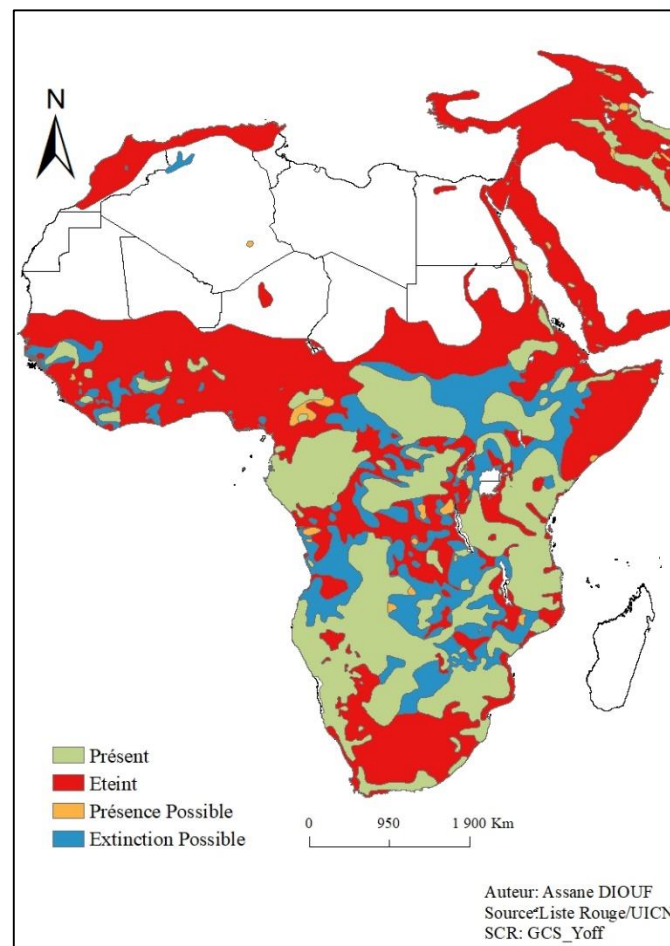


Figure 2: Aire de distribution du léopard d'Afrique

Le léopard a un régime alimentaire variable et est capable de s'adapter aux changements dans la disponibilité des proies. Son régime alimentaire est influencé par de nombreux facteurs tels que la densité et la composition des proies et par d'autres prédateurs, mais également par

des facteurs environnementaux et par la pression anthropique (Balme *et al.*, 2007). Les léopards peuvent tuer une proie jusqu'à deux ou trois fois leur poids, mais ils préfèrent les ongulés de taille moyenne (Henschel, 2008). Les léopards s'attaquent à une variété de proies largement mammifères, des grands ongulés tels que les élands aux petites espèces telles que les damans de cap et les arthropodes (Balme *et al.*, 2007 ; Stein *et al.*, 2016). La densité des léopards dans le PNNK est estimée entre 1,78 et 2,53 individus pour 100 km² par Kane (2014). Il est classé « Vulnérable » sur la liste rouge des espèces menacées de l'IUCN en 2015.

1.1.3. Lycaon

Le lycaon (*Lycaon pictus*) est un mammifère carnivore de la famille des canidés. Il vit exclusivement en Afrique subsaharienne australe, occidentale et centrale, dans les steppes et les savanes. Il est aussi appelé chien sauvage d'Afrique, chien-hyène, cynhyène, loup peint, chien chasseur (Meyer, 2009 ; Murray, 2007).



Photo 3: Le lycaon (Source: Mignard, 2019)

Historiquement, les chiens sauvages étaient présents dans toute l'Afrique au sud du Sahara, à l'exception des forêts tropicales et du désert (Creel, 2002). Il y a eu une réduction dramatique en nombre et en occupation de territoire au cours des 30 dernières années. La dernière estimation fait état de 3500 à 5000 animaux (Fanshawe, 1997). Le lycaon est l'espèce de carnivores la plus menacée d'Afrique après le Loup d'Ethiopie (*Canis simensis*).

Selon la dernière évaluation de l'UICN en 2012, l'espèce est « Présent » dans 19 pays notamment le Sénégal, « Peut-être éteint » dans 7 pays, « Eteint » dans 11 pays et « Présence incertaine » dans 2 pays (Figure 3).

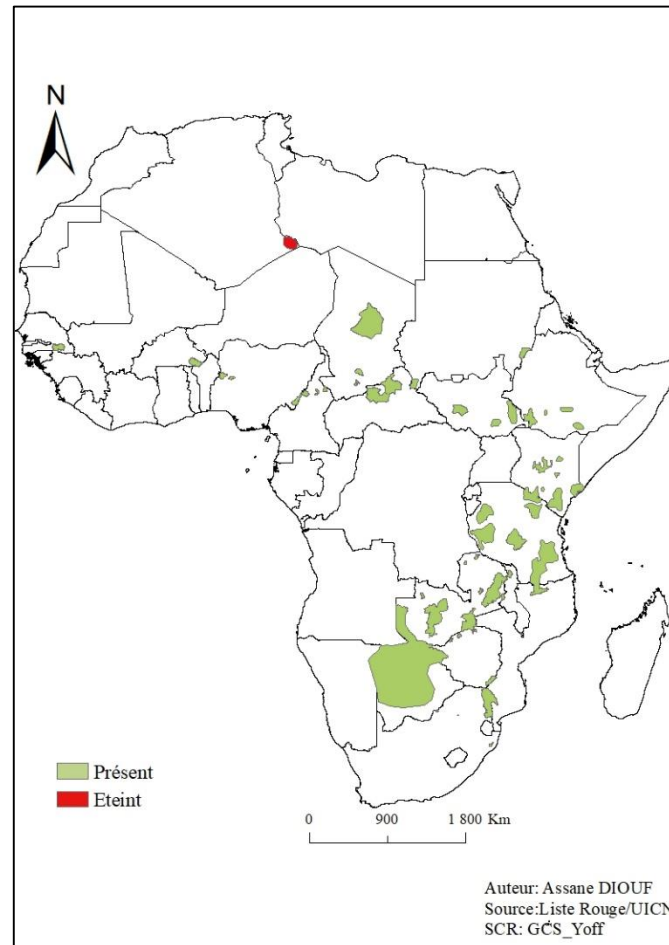


Figure 3: Aire de distribution du lycaon

Les Lycaons (*Lycaon pictus*) sont des membres très sociaux de la famille des canidés. Les besoins écologiques des lycaons les exposent à des difficultés de leur conservation. Large territoire et faible densité sont les deux exigences de base pour leur conservation (Creel, 2002). Cet animal vit en groupes d'une quinzaine d'animaux dont l'organisation sociale (mâle et femelle dominants) très hiérarchisée leur permet une chasse efficace et un taux de survie des chiots relativement important. (Charlotte, 2006).

Tous les membres d'un groupe de lycaons chassent ensemble. En chassant en meute, ils peuvent attraper des proies beaucoup plus grandes, qu'individuellement ils n'auraient aucune chance de tuer. Leurs proies peuvent atteindre 200 kg (Gnou, Bubale, Cobe, Kudu etc) même si en moyenne ils attrapent plus souvent des antilopes d'environ 50 kg (Creel *et al.*, 1995). Certaines études montrent que le nombre de Lycaon n'est pas limité par la disponibilité de la nourriture (Mills, 1993). Les lycaons sont des prédateurs efficaces, ils ont

rarement de problèmes pour trouver ou attraper leur proie (Creel *et al.*,1995). Par ailleurs, les lycaons sont crépusculaires tandis que leurs concurrents sont soit des chasseurs nocturnes (lions, hyènes, léopards) soit des chasseurs diurnes (guépards).

En Afrique de l'Ouest, elle est En danger critique au niveau régional, et il est probable que la population du PNNK et des zones tampons (environ 25 000 km²) ne compte pas plus de 50-100 individus, tandis que les effectifs présents dans le complexe WAP d'aires protégées au Bénin, Burkina Faso et Niger ne dépassent probablement pas plus de 20 individus, et aucune observation n'a été confirmée depuis 20 ans (Woodroffe et Sillero-Zubiri, 2013).

1.1.4. Hyène tachetée

La hyène tachetée est un mammifère carnivore de la famille des hyénidés. Les hyènes tachetées sont présentes dans tous les habitats, y compris le semi-désert, la savane et les forêts claires, les forêts sèches denses et même les habitats de montagne (Young et Evans 1993, East et Hofer 2013). Il est absent ou présent à de très faibles densités dans les conditions désertiques extrêmes, les altitudes les plus élevées sur les montagnes et les forêts tropicales humides, bien qu'il puisse faire des incursions profondes dans les zones boisées où les routes forestières permettent d'accéder (Kingdon, 1977, Henschel et Ray 2003). Dans de nombreuses parties de leur aire de répartition, ils sont étroitement associés aux habitations humaines.



Photo 4: La hyène tachetée (Source : Ambiorix, 2018)

La hyène tachetée est l'un des grands carnivores grégaires (45 à 80 kg), historiquement présent dans une grande partie de l'Eurasie mais maintenant limités à l'Afrique subsaharienne (Meter, 2009). Selon l'UICN (2015), la hyène tachetée est « Présent » dans 40 pays, « Peut-être » dans 2 pays (Figure 4).

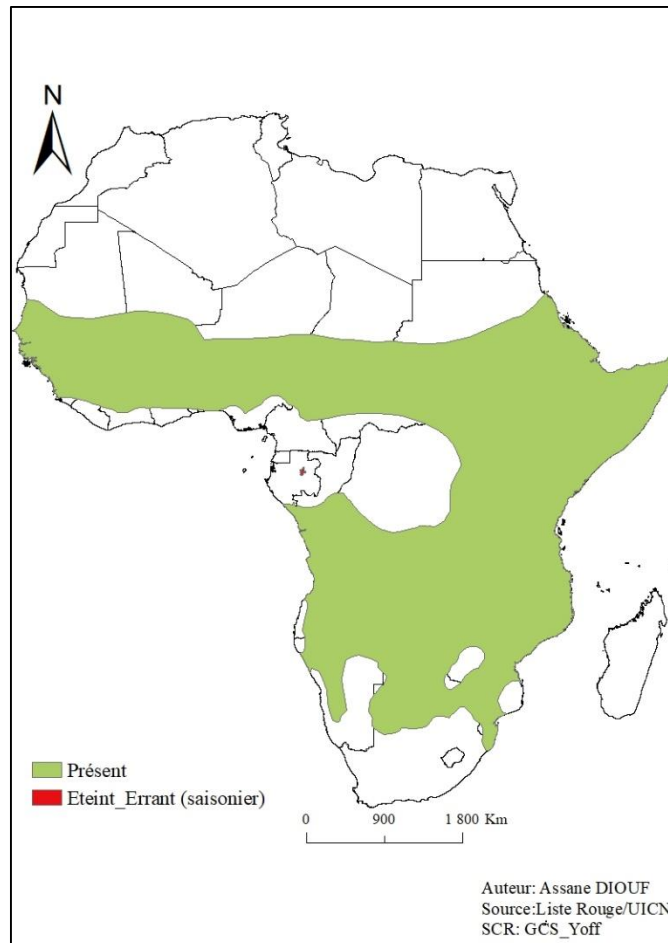


Figure 4 : Aire de distribution de la hyène tachetée

La hyène peut être nocturne ou diurne et se reproduire toute l'année. Le grand domaine vital des hyènes peut s'expliquer par leur capacité d'adaptation aux proies, car leur source de nourriture et leur domaine vital varient selon les écosystèmes. (Meter, 2009). La hyène tachetée est un carnivore opportuniste, qui tue espèces proies de petite à grande taille abondantes localement (Cooper, 1999). Tous les herbivores sont des proies potentielles pour les hyènes tachetées (Animal, 2020). Ce sont des chasseurs flexibles qui coopèrent pour abattre des proies plus grosses, mais qui chassent surtout seuls pour de plus petits animaux, se nourrissant à une vitesse remarquable pouvant atteindre 18 kg de nourriture par heure (Kruuk, 1966). Les hyènes trouvent leurs proies par des sons comme des appels de détresse ou le bruit d'autres carnivores qui se nourrissent, voient et sentent. (Mills, 1998).

Les principales espèces de proies de la hyène tachetée dans le PNNK sont le buffle d'Afrique de l'Ouest (*Syncerus caffer*), le bubale de l'Ouest (*Alcelaphus buselaphus major*), le kob de Buffon (*Kobus kob*) et le phacochère (*Phacochoerus africanus*), qui représentent près de 60% de l'alimentation de l'hyène tachetée (Di Silvestre *et al.*, 2000).

La population des hyènes est estimée entre 2700 et 47000 individus (Liste rouge de l'UICN, 2015). Cela en fait le grand carnivore le plus abondant du continent, où il est constamment persécuté. (Abay, 2013). La hyène tachetée a récemment été évaluée pour la Liste rouge des espèces menacées de l'UICN en 2014. Il est répertorié comme « Préoccupation mineure ». La densité de la hyène tachetée au PNNK est estimée de 1,77 à 3,53 hyènes tachetées / 100 km² selon les taux de réponse utilisés (50-100%) avec une taille de population minimale comprise entre 144 et 288 individus (Gueye *et al.*, 2021).

1.2. Importance des grands carnivores dans la conservation de la biodiversité

Selon Ripple *et al.*, (2014), les grands carnivores ont un impact considérable sur la structure et la fonction de divers écosystèmes. Ils peuvent réduire la concurrence parmi les espèces d'herbivores (Miller *et al.*, (2001) et peuvent donc servir de véritables espèces phares pour la conservation de l'ensemble de la biodiversité de leur écosystème (Dalerum *et al.*, 2008). Ripple *et al.*, (2014) a démontré que dans les zones partagées par les grands carnivores, les populations de babouins olives ont augmenté, tandis que celles des ongulés et des primates dont le babouin Guinée ont diminué. Ils permettent aussi de réduire la prévalence des maladies dans les populations des proies ongulées.

Sur le plan économique, le tourisme de vision est une forme de valorisation de la faune notamment les grands carnivores. Il est qualifié de tourisme « sans consommation », à l'inverse de la chasse sportive. Le but est de concilier la préservation de l'espèce, la rentrée de revenus grâce à l'attraction touristique, une création d'emploi ou des dédommagements de la population locale (Lopez, 2004).

1.3. Menaces

La dégradation des écosystèmes représente la plus grande menace pour toutes les espèces. La destruction et la fragmentation de l'habitat, les feux de brousse, la déforestation, le braconnage et autres représailles, sont les principales causes du déclin des populations des grands carnivores et de leurs proies (Henschel *et al.*, 2014 ; Lopez, 2014).

En plus de ces différents fléaux, le PNNK est confronté aux conflits Homme-Grands carnivores car ces derniers ont tendance à attaquer le bétail dans les villages à la périphérie

du PNNK. Surtout pendant la saison des pluies, il y a généralement plus d'attaques parce que les proies sauvages ne se concentrent pas autour des points d'eau et sont capables de se disperser. Selon l'enquête réalisée par Gueye *et al* (2022), la hyène tachetée est responsable de la majorité de la prédation du bétail autour du parc (87% de toutes les attaques contre le bétail), suivie du lycaon (6%), du lion (4%) et du léopard (3%). Au total, 63,1 % de toutes les attaques ont visé des bovins, tandis que les ovins et les caprins représentent les 36,9 % restants.

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

2.1. Présentation de la zone d'étude

2.1.1. Localisation

Le Parc National du Niokolo Koba (PNNK) est à cheval sur les trois régions administratives de : Tambacounda, Kédougou et Kolda (Figure 5). Il couvre une superficie de 9130 Km² composé d'un noyau central de 8130 km² et une zone tampon de 1000 km². Il se situe entre 12°30' et 13°20' de latitude Nord et entre 12°20' et 13°35' de longitude Ouest.

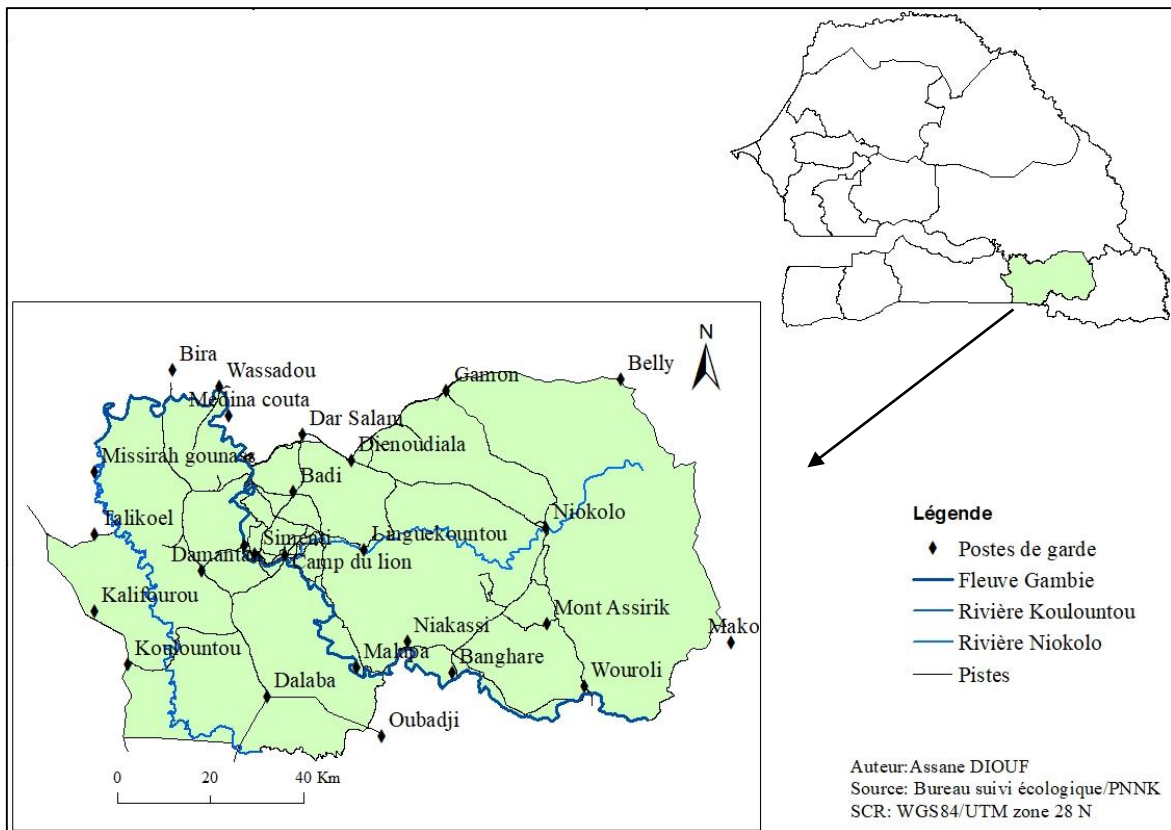


Figure 5: Carte de localisation du Parc National du Niokolo Koba

2.1.2. Climat

Il correspond au domaine climatique de type tropical avec saison sèche en hiver (AW) d'après la classification climatique de Köppen (Gueye, 2014). La température moyenne annuelle est de 28°C. Selon Sambou *et al.*, (1997), la moyenne mensuelle ne descend pas à moins de 25°C pendant la période fraîche, de novembre à janvier, elle atteint 33°C entre avril-mai lorsque l'harmattan souffle. Les hauteurs de pluies varient entre 900 et 1200mm avec une saison pluvieuse allant de juin à octobre (Ndiaye, 2012 ; Gueye, 2014).

2.1.3. Relief

Le relief est constitué de plusieurs unités morphologiques telles que des plateaux, des vallées et des collines (DPN, 2000). Le PNNK occupe un relief généralement assez plat. Son altitude varie de 16 mètres à 311 mètres (le Mont Assirik constitue ce point culminant). Quelques petites chaînes de collines d'une altitude moyenne d'à peine 200 mètres sont séparées par d'immenses plaines inondables qui deviennent parfois marécageuses durant la saison des pluies (Bodian, 1982).

2.1.4. Hydrographie

Le PNNK présente un réseau hydrographique dense constitué de cours d'eau, de mares et de dépression marécageuse. Le principal cours d'eau du parc est le fleuve Gambie. Il est caractérisé par deux affluents que sont le Niokolo et le Koulountou. Sur ces branches maîtresses du réseau hydrographique, se greffe tout un chevelu de marigots plus ou moins importants. Le fleuve Gambie traverse le parc du sud-est vers le nord-ouest sur 200 Km avec un régime marqué par une période de haute eau de juillet à octobre suivie d'une période de basses eaux de novembre à juin (Rabeil, 2015).

2.1.5. Type de sol

Selon Kourouma (2010), le PNNK peut être caractérisé par cinq unités géomorphologiques présentant divers types de sol :

- plateaux cuirassés : qualifiés par les lithosols qui sont des sols squelettiques, sols gravillonnaires parfois hydromorphes ou des sols ferrugineux tropicaux ;
- les glacis colluviaux : constitués par les régosols
- les plateaux et vallées : composés par les sols ferrugineux
- les zones alluviales : caractérisées par des sols alluviaux et hydromorphes avec des sols hydromorphes argileux le long des cours d'eau.
- les reliefs de roches basiques : composés de sols bruns eutrophes qui sont parfois associés à des vertisols dont le profil est marqué par la prédominance des argiles gonflantes

2.1.6. Faune

Selon l'UICN-Programme Aires Protégées d'Afrique du Centre et de l'Ouest (2009 ; Dupuy, 1971), environ 80 espèces de mammifères, 330 espèces d'oiseaux, 36 espèces de reptiles, 20 espèces d'amphibiens et 60 espèces de poissons ont été recensées au PNNK. La grande faune

herbivore est représentée par l'éland de Derby (*Taurotragus derbianus*), l'hippotrague (*Hippotragus equinus*), le bubale major (*Alcelaphus buselaphus major*), le buffle de savane (*Syncerus caffer*), le cobe Defassa (*Kobus ellipsyprimnus defassa*) etc. Le damalisque (*Damaliscus lunatus korrigum*) a disparu en 1920, et la dernière girafe (*Giraffa camelopardalis peralta*) en 1950. La faune herbivore moyenne est représentée par le guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*), le cobe des roseaux (*Redunca redunca*), le cobe de Buffon (*Kobus kob*), le céphalophe de Grimm (*Sylvicapra grimmia*), le céphalophe à flancs roux (*Cephalophus rufilatus*), et l'ourébi (*Ourebia ourebi*). Les suidés sont représentés par le phacochère (*Phacochoerus africanus*) et par le potamochère (*Potamochoerus porcus*). Les primates sont représentés par le colobe bai d'Afrique occidentale (*Colobus badius temmincki*), le vervet (*Chlorocebus sabaeus*), le Patas (*Erythrocebus patas*), le babouin de Guinée (*Papio papio*) et le chimpanzé (*Pan troglodytes verus*). En ce qui concerne les carnivores, le PNNK en accueille plus de 20 espèces différentes dont le lion (*Panthera leo*), le léopard (*Panthera pardus*), le lycaon (*Lycaon pictus*), la hyène tachetée (*Crocuta crocuta*), le chacal à flancs rayés (*Canis adustus*), le serval (*Leptailurus serval*), le caracal (*Caracal caracal*), etc.

2.1.7. Flore

Le PNNK est caractérisé par un écosystème soudano-guinéen (White, 1983). Plus de 1500 espèces de plantes ont été inventoriées (Gueye, 2014). La végétation est une transition entre les savanes guinéennes et soudano-guinéennes savanes, créant un large éventail de types d'habitats, le principal étant la savane boisée à 69 % (Tappan, 2012). Selon Sambou *et al* (1997) et Kane (2014), la végétation du parc est caractérisée comme suit :

- **la savane herbeuse** : est caractérisée par l'absence ou la rareté des arbres et des arbustes. Ce type de végétation est en général localisé sur les plateaux cuirassés ou bowé. Il se rencontre aussi sur les bordures de certaines mares avec *Andropogon gayanus* comme espèce dominante. En saison des pluies, les bowé sont couverts d'une strate herbacée dominée par des espèces appartenant aux *Poaceae*, *Amaranthaceae*, et *Acanthaceae* comme *Loudetiopsis tristachyoides*, *Cyathula pobeguini*, *Lepidagathis capitiformis* avec une prédominance des genres *Andropogon* et *Pennisetum*. D'autres espèces comme *Panicum anabaptistum* et *Vetiveria nigratana* prédominent sur la périphérie des petites dépressions.
- **la savane arbustive** : est caractérisée par une strate herbacée continue parsemée d'arbustes. La strate herbacée est essentiellement composée de : *Andropogon pseudapricus*,

Hyperthelia dissoluta et *Schizachyrium sanguineum* alors que les arbustes sont généralement des combretaceae comme *Combretum glutinosum* et *Combretum nigricans*.

- **la savane arborée** : est caractérisée par un taux de recouvrement du sol compris entre 5 et 25 % (Adam, 1966). Ce type de végétation est généralement localisé sur les plateaux et les pentes des collines. La strate herbacée haute de 1m à 1,5m, est dominée par *Diheteropogon amplexans*, *A. pseudapricus*, *Diheteropogon hagerupii*. Les arbres les plus fréquents sont *Azelia africana* et *Pterocarpus erinaceus*.
- **la savane boisée** : est caractérisée par la présence d'arbres et d'arbustes avec un taux de recouvrement du sol compris entre 25 à 50% (Adam, 1966). Les arbres hauts de 7 à 12 mètres ont un tronc bas-branchu, tortueux et surmonté d'une couronne étalée. La strate herbacée est caractérisée par la prédominance des espèces appartenant aux genres *Adropogon* et *Pennisetum*.
- **la forêt claire** : est caractérisée par un taux de recouvrement du sol par les frondaisons des arbres compris entre 50 et 75%. La strate herbacée est discontinue. La taille des arbres est assez grande (jusqu'à 15m). Ce type de végétation est localisé dans les sols profonds, généralement dans le lit majeur des cours d'eau. Les espèces ligneuses dominantes sont : *Pterocarpus erinaceus*, *Piliostigma thoningii* et *Anogeissus leiocarpus*. La strate herbacée est composée d'espèces des genres *Pennisetum*, *Andropogon* et *Hyparrhenia*.
- **la forêt galerie** : est un type de végétation qui se développe dans les vallées, les dépressions plus humides que les plateaux environnants à cause des conditions pédohydrologiques favorables. Elle forme une franche boisée souvent très dense. Son étendue et sa luxuriance dépendent de la largeur de la vallée, de la profondeur de la nappe phréatique et du battement de celle-ci au cours de l'année hydrologique. Sa flore est différente de celle des plateaux qui la bordent. Cette forêt est composée d'espèces sempervirentes. Les épiphytes et les lianes comme *Saba senegalensis*, *Combretum tomentosa*, *Tetracera alnifolia*, *Loeseneriella africana*, et *Usteria guinensis* sont généralement très abondants. La végétation à la berge des cours d'eaux est dominée par des rôniers (*Borassus aethiopum*) qu'on observe de loin.
- **la prairie marécageuse** : est une zone à recouvrement totale d'herbes annuelles ou vivaces. Ce type de végétation est généralement localisé dans les étangs ou mares situés dans le lit majeur des principaux cours d'eaux. Le *Mimosa pigra* et le *Mitragina inermis* y forment des fourrées impénétrables qui empêchent les animaux d'accéder à l'eau. A ces herbes sont de *Borassus aethiopum*, *Anogeissus leicarpus*, *Dichrostachys cinera*, *Cassia siberiana*, *Celtis integrifolia* etc. Les mares temporaires abritent une végétation aquatique.

2.2. Collecte de données

Le jeu de données utilisé comprend des données d'occurrence (coordonnées géographiques) récentes des espèces et des variables environnementales. Les coordonnées géographiques des points d'observation de chaque espèce proviennent du suivi par piégeage photographique de 2019 à 2021.

2.2.1. Piège photographique

Les pièges photographiques peuvent être utilisés pour étudier la taille, la composition et la dynamique des communautés animales. Ainsi, les données peuvent être utilisées pour déterminer la taille des populations, leur richesse spécifique, l'occupation d'un territoire ou encore pour calculer un indice d'abondance relatif (RAI). De plus, une étude par pièges photographiques relève également des données sur les covariables du site où la caméra a été posée. Ces covariables devraient être choisies en fonction de leur influence sur l'abondance, la détectabilité des espèces ou sur tout autre paramètre d'intérêt (O'Connell *et al.*, 2011).

Selon Cusack *et al.*, (2015), les stratégies d'installation des pièges photographiques peuvent être classées en deux types :

- Les échantillonnages non-systématiques qui visent des structures du paysage (des coulées, des routes, des points d'eau) : ils permettent donc d'augmenter la probabilité de photographier la/les espèce(s) cible(s). Ces méthodes sont typiquement utilisées pour les études de capture ou recapture et visent des espèces rares ou élusives ;
- Les échantillonnages systématiques, qui permettent de choisir au hasard l'emplacement des pièges photographiques par des coordonnées géographiques précises, ignorant de ce fait les caractéristiques du paysage.

L'administration du parc avait installés 184 pièges photographiques de 2019 à 2021 sur des points stratégiques définis à partir des observations direct et indirect : les mares, le long des pistes de passages des animaux (Figure 7). Les modèles de piège photographique utilisés étaient Dörr mini Black 5.0 (119), Moultrie L-50 (18), Moultrie M-888i (19) et Bushnell (28). Les pièges photographiques ont été installés sur le tronc des arbres à 40 centimètre du sol dans des endroits dégagés.

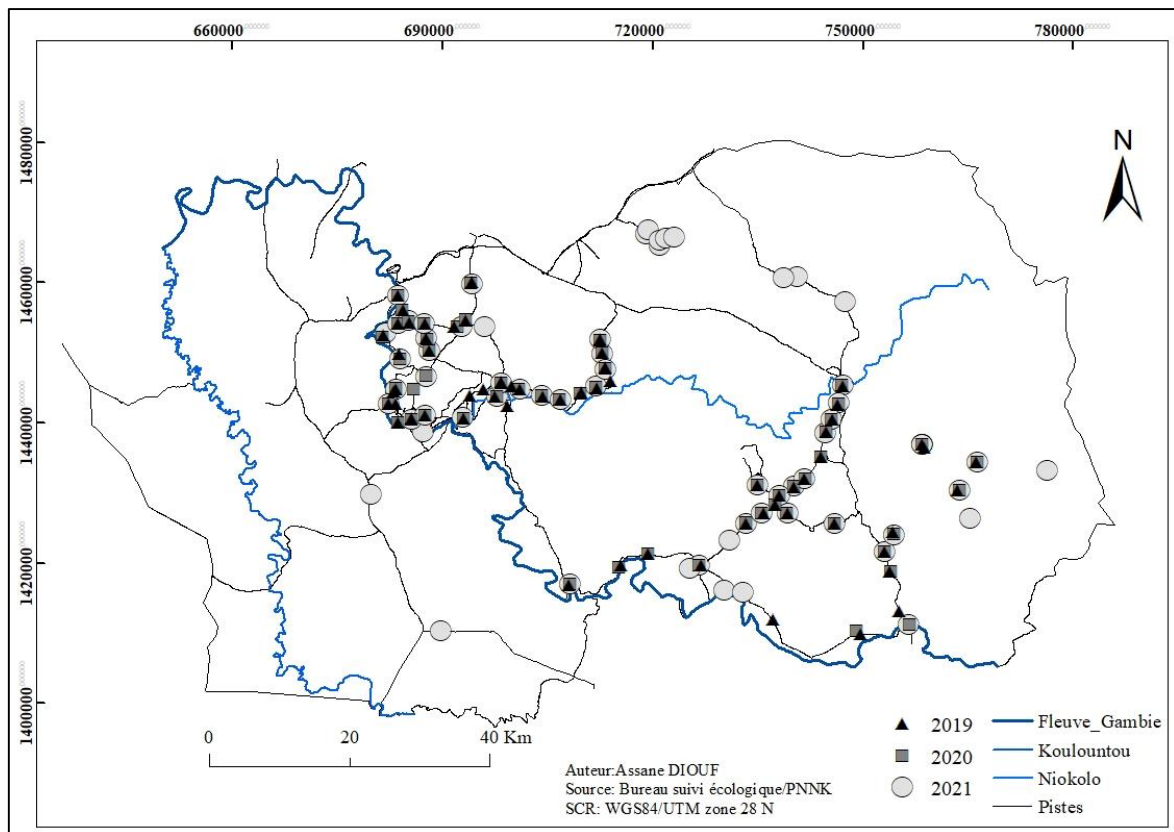


Figure 6: Emplacement des pièges photographiques de 2019 à 2021

2.2.2. Variables environnementales

La distribution potentielle des grands mammifères est régie initialement par des facteurs biotiques et abiotiques si l'on se situe au sein d'une nature "vierge" (Rabeil, 2003), et est influencée par son environnement spatial et agit en retour sur celui-ci (Náhil *et al.*, 2009).

Abade *et al.*, (2014) ont décrit divers facteurs environnementaux indépendants qui influencent la répartition spatiale des grands carnivores. La distribution du lion d'Afrique, du léopard d'Afrique et de la hyène tachetée a été modélisée en Tanzanie. Il a été constaté que les facteurs suivants étaient les plus influents : les précipitations annuelles, la distance par rapport aux masses d'eau, le type d'habitat. D'autres facteurs comprenaient l'altitude, la distance aux villages et la géologie.

Dans le cadre de cette étude, la pluviométrie, les masses d'eau, le braconnage et les types d'habitat ont été utilisés comme variables.

- Les données pluviométriques utilisées sont issues des 11 stations météorologiques du PNNK de 2019 à 2021 fournies par l'Agence nationale de l'Aviation Civile et Météorologique (ANACIM).

- Une couche vectorielle sur le réseau hydrographique du PNNK et les coordonnées des points d'eau fixes constituent la variable par rapport aux masses d'eau.
- Des coordonnées géographiques sur les actes de braconnage de 2000 à 2021 au niveau du PNNK ont été obtenues à partir de l'exploitation de la base de données du PNNK.
- Les couches vectorielles du Sénégal oriental sur les types d'habitats, extraites des travaux de Gray Tappan en 2015 ont été classés en six classes, à savoir la savane arbustive, la savane herbeuse, la savane boisée, la forêt-galerie, les zones humides et les masses d'eau.

2.3. Traitement et analyse des données

2.3.1. Estimation de l'abondance relative

Tout d'abord les images obtenues des photos pièges ont fait l'objet d'une exploitation sur le logiciel Picture Information Extractor ou PIE (*PIE* v6.95 ; <https://www.picmeta.com>). Ce logiciel permet l'extraction des métadonnées (coordonnées XY, nom date et heure de l'image etc) contenues dans les images.

Ensuite les métadonnées obtenues ont été enregistrées sur un fichier au format Excel (v2016) conçu par Zoological Society of London (ZSL) pour être utilisé dans le logiciel Camera Trap Analysis Package CTAP (v2.1.57 ; www.zsl.org). Ces métadonnées ont fait l'objet d'un nettoyage puis enregistrer au format Excel .csv sur différents classeurs dénommés CT station, CT configuration, CT setup-Recovery et CT images. Enfin, ces derniers ont été importés dans le logiciel CTAP pour l'analyse.

L'analyse des métadonnées sur le logiciel CTAP se base sur un concept d'événement d'espèce. Pour déterminer l'abondance relative des espèces, on a considéré uniquement les observations indépendantes appelées évènements. Les évènements d'une même espèce ont été jugés temporellement indépendants s'ils étaient séparés d'au moins 30 minutes (Ancrenaz *et al.*, 2012 ; Pellaton, 2019). Certaines espèces surtout de primate comme le babouin de Guinée ont tendance à rester devant les pièges photographiques.

Pour déterminer l'abondance relative des espèces de proies dans le parc, un tableau Excel contenant les colonnes suivantes : coordonnées, nom des espèces, nombre d'individu, la masse moyenne et la catégorie de masse extraite dans Pellaton (2019). Pour chaque espèce, on prend le nombre d'individus maximal pour chaque image sur un intervalle de 30 minutes.

Le taux moyen de piégeage par espèce a ensuite été calculé comme le nombre moyen d'événements par 100 jours de piège photographique selon Rovero et Marshall (2009), Kane (2014) et Pellaton (2019).

Toutefois le taux de piégeage ne tient pas compte du nombre d'individu sur chaque image. Pour l'inclure dans l'analyse, le succès de groupe de groupe a été calculé comme étant le nombre d'événements par 100 jours d'observation multiplié par la taille moyenne du groupe (Rowcliffe *et al.*, 2008 ; Pellaton, 2019). Il donne une idée du nombre moyen d'individus d'une espèce enregistrée dans 100 jours de piégeage.

La taille moyenne du groupe pour chaque espèce a été calculée comme le rapport du nombre total d'individu sur le nombre d'évènement.

La part sur le nombre total d'individus de chaque espèce observée a ensuite été calculée pour indiquer quelles espèces dominent en termes de nombres d'individus en 100 jours d'observation.

La part sur la biomasse totale de chaque proie a été déterminée en multipliant le succès de groupe par la masse moyenne de chaque individu (Pellaton, 2019).

2.3.2. Occupation naïve des grands carnivores et de leurs proies

Une des solutions envisageables pour contourner la difficulté d'estimer l'abondance, est d'utiliser l'aire de distribution (occupation) comme alternative de l'abondance (Mackenzie et Nichols, 2004). L'occupation se définit alors comme la proportion d'un site occupé par une espèce (Mackenzie *et al.*, 2002). Ainsi, l'estimation de l'occupation est particulièrement adaptée pour les espèces qui ne peuvent être identifiées individuellement, ce qui permet de déterminer la distribution et l'utilisation de l'espace d'une espèce tout en prenant en compte la détection imparfaite de celle-ci (Ancrenaz *et al.*, 2012).

L'occupation naïve est la proportion de pièges photographiques qui a détecté une espèce donnée, en fonction du nombre total de pièges photographiques. Elle donne une indication quant à l'étendue de l'occupation d'une espèce dans l'aire de référence (Rovero et Zimmermann, 2016). Dans cette étude l'aire de référence est le noyau du parc (813000 ha).

2.3.3. Modélisation

Pour modéliser l'habitat favorable aux mammifères du PNNK, la version 3.4.4 du programme de modélisation de la distribution spatiale basée sur le principe d'entropie maximale « MaxEnt » a été utilisé. Il consiste à choisir pour un phénomène donné une

distribution qui maximise l'entropie. Cette méthode permet d'établir une relation entre la niche écologique de l'espèce et les variables environnementales susceptibles de conditionner sa présence (Xavier et Maarten, 2012).

Ce programme a été choisi car il constitue l'une des meilleures méthodes de modélisation de la distribution des espèces, et qu'il est connu pour générer des modèles fiables (Baldwin, 2009). Il ne nécessite que peu de points de présence de l'espèce pour construire des modèles utiles (Phillips *et al.*, 2006 ; Feeley et Silman, 2011) et il est relativement insensible aux différents biais spatiaux (Elith *et al.*, 2006 ; Guisan *et al.*, 2007). Les résultats de la modélisation avec MaxEnt comprennent des évaluations de la performance du modèle, la contribution de chaque variable au modèle et la probabilité de présence de l'espèce à chaque pixel dans la zone d'étude (Phillips *et al.*, 2006).

La modélisation de la distribution des espèces sur MaxEnt nécessite trois dossiers contenant les variables environnementales, les échantillons ou points de présence et les résultats fournis par le logiciel.

- L'ensemble de ces variables environnementales ont été extraites et préparées à la même emprise et résolution spatiale (PNNK), et rapportées à un même système de projection à l'aide du Système d'Information Géographique (SIG) ArcMap (v10.3, www.esri.com). En effet, pour la pluviométrie et le braconnage des « raster » ont été générés en utilisant l'outil d'interpolation. Pour la distance par rapport aux masses d'eau, un « raster » a été obtenu en calculant la distance euclidienne avec une couche vectorielle sur le réseau hydrographique du PNNK. Un autre « raster » a été créé avec les différents points d'eau en attribuant un poids=1 pour les mares permanentes (12 mois) et un poids=0,66 pour les mares non permanentes (8 mois).
- Puis elles ont été converties au format « ASCII ». En effet, le logiciel MaxEnt traite les variables environnementales qui sont uniquement sous format « ASC ».
- Les points de présences des différentes espèces obtenus sur l'enquête avec les pièges photographiques ont été enregistrés sous un fichiers Excel en format csv.

Tous les modèles ont été parcouru sur MaxEnt avec un pourcentage de 30% et les autres paramètres ont été laissés par défaut. La validité intrinsèque d'un modèle est caractérisée par la sensibilité et la spécificité. Ces deux paramètres permettent l'établissement de la Courbe Caractéristique d'Opération dite ROC (Receiving Operator Characteristic) (Hanley et McNeil, 1982). Le calcul de l'AUC (aire sous la courbe ROC), qui est un seuil qui mesure la précision de la prédiction du modèle (Fawcett, 2006), renseigne sur la performance et la

qualité du modèle établi à prédire correctement l'occurrence de l'espèce (Hanley et McNeil, 1982). Les valeurs de l'AUC sont interprétées comme proposé par Araújo *et al.* (2005) : le modèle est « excellent » si $AUC > 0,90$; « bon » si $0,80 < AUC \leq 0,90$; « acceptable » si $0,70 < AUC \leq 0,80$; « mauvais » si $0,60 < AUC \leq 0,70$ et « invalide » si $AUC \leq 0,60$.

La modélisation avec MaxEnt a permis de déterminer la contribution des différentes variables environnementales sur la distribution des différents mammifères étudiés sous un fichier Excel (Modèle Linéaire Généralisé) indiquant aussi la significativité de chaque modèle. Sous un fichier csv dénommé « *sample_Average* », les résultats de la modélisation montrent la préférence des différentes espèces pour chaque variable.

Avec le logiciel ArcMap (v10.3, www.esri.com), les résultats fournis par MaxEnt en fichier « *raster* » ont été classés en trois classes d'adéquation ($< 50\%$; $> 50\%$ et $> 67\%$) puis déterminer la superficie de l'habitat favorable des différentes espèces de mammifères.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Résultats

3.1.1. Abondance relative

Au cours des trois années d'étude de 2019 à 2021, un total de 184 stations de piège de caméra ont été mis en place pour 20453 jours dont 12069 jours fonctionnels (soit une moyenne de 65,3 de jours fonctionnels par piège photographique). Ils ont enregistré un total de 18250 évènements indépendants et un total de 47 espèces de mammifère différentes (Tableau 1).

Tableau 1 : Nombre de pièges photographiques fonctionnelles, nombre de jours de piégeage , nombre d'évènement

Année	Nombre de pièges photographiques	Jours de piégeage	Nombre d'espèces mammifères	Nombre d'évènements
2019	63	5327	36	5367
2020	56	2902	38	4061
2021	65	3840	46	8822
Total	184	12069	47	18250

Sur l'ensemble des observations, les pièges photographiques ont capturé 1,97% de grands carnivores (lion, léopard et hyène tachetée), 3,78% (7 espèces) de carnivores de taille moyenne, 11,95% des petits carnivores (9 espèces), 6,4% des grands ongulés (5 espèces), 14,49% des ongulés moyens (5 espèces), 30,92% des petits ongulés (6 espèces), 27,03% des primates (5 espèces) et 3,46% représentant la classe des autres mammifères (7 espèces) (Figure 8).

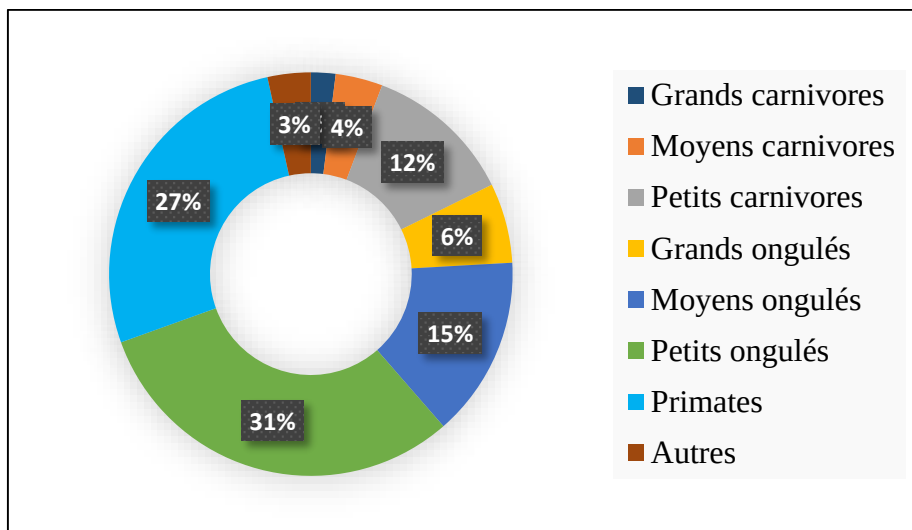


Figure 7: Proportion des différentes catégories d'espèces sur le taux moyen de piégeage photographique pendant les années 2019 à 2021

Les résultats du taux de piégeage montrent qu'en 2019 la catégorie des petits ongulés était celle la plus observée suivie par celle des primates. En 2020, ces deux catégories sont aussi les plus observées malgré un faible recul du taux de piégeage pour toutes les catégories. En 2021, avec un faible taux de piégeage, le nombre d'observations des grands carnivores et des grands ongulés a subi une augmentation de même que ceux des autres catégories (Figure 9).

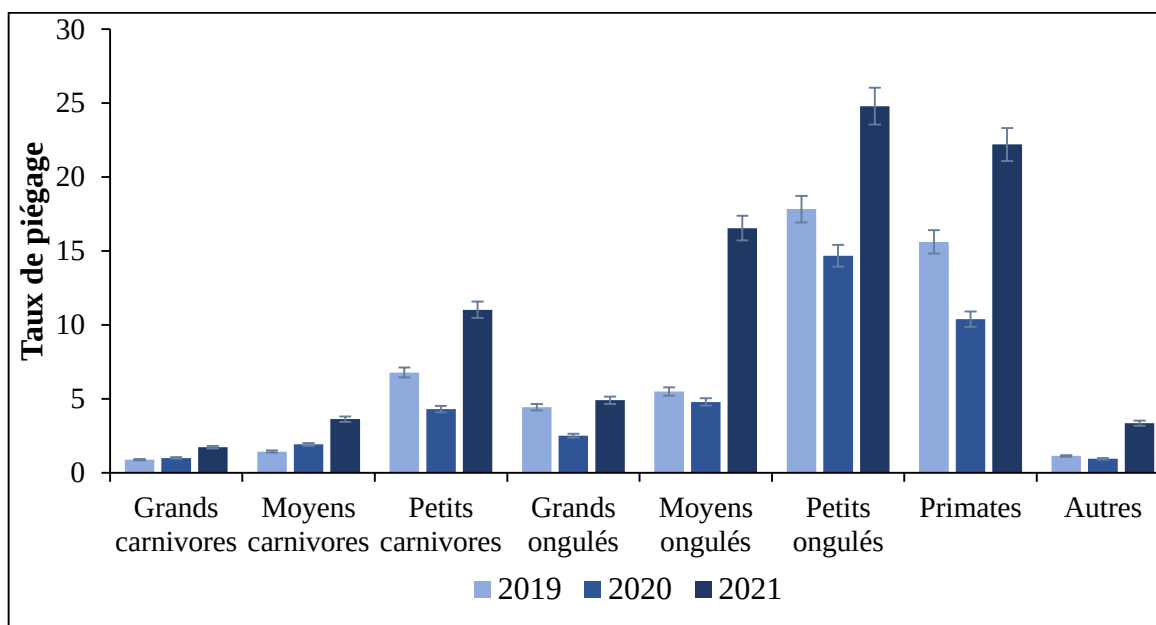


Figure 8: Taux de piégeage par 100 jours par an des différentes catégorie de mammifères

De 2019 à 2021 sur l'ensemble des espèces : le guib harnachée (40,3%), le babouin de Guinée (34,33%) et le Phacochère (19,77%) sont les espèces les plus observées représentant

chacune plus de 60% de leurs catégories (celles des primates, des ongulés de taille moyenne et des ongulés de petite taille) (Tableau 2). Pour les grands carnivore seul le lycaon n'a pas été observé sur les trois années de l'études et la hyène tachetée est l'espèce qui a le plus grand taux de capture (1,3) par 100 jours d'observation, suivi du léopard d'Afrique (1,23) et du lion d'Afrique de l'Ouest (1,12).

Tableau 2: Taux moyen de piégeage photographique de chaque espèce prédominante dans sa catégorie respective

Catégories d'espèce	Taux moyen de piégeage	Espèces prédominantes	Part (%)
Grands carnivores	3,65	Hyène	35,62
Moyens carnivores	7,01	Civette	64,91
Petits carnivores	22,14	Mangouste à queue blanche	44,44
Grands ongulés	11,87	Hippotrague	64,84
Moyens ongulés	24,57	Phacochère	80,46
Petits ongulés	57,3	Guib harnaché	70,33
Primates	50,1	Babouin de Guinée	71,79
Autres	6,42	Porc-épic	49,22

3.1.1.1. Occurrence d'espèce

Au cours de l'étude, un total de 47 espèces de mammifères a été enregistré, soit 20 espèces de carnivore, 14 espèces d'ongulés, 2 espèces de suidés, 5 espèces de primates et 8 espèces appartenant à d'autres groupes de mammifère. Parmi les espèces emblématiques du PNNK seul le lycaon n'a pas été capturé par les pièges photographiques.

3.1.1.2. Succès de groupe

Le babouin de Guinée (77,17), le guib harnaché (16,41), le phacochère (16,36), et l'hippotrague (8,28) ont respectivement les taux de succès les plus élevés sur l'ensemble des

proies. L'éland de derby (0,31) et le bubale major (0,28) ont les plus faibles taux de succès (Tableau 3).

Tableau 3: Le succès de groupe des espèces de proies les plus abondantes en nombre d'individus par 100 jours en fonction de la taille moyenne du groupe

Espèce	Taille moyenne du groupe	Succès des pièges collectif par 100 NT			
		2019	2020	2021	Moyenne
<i>Papio papio</i>	6,74	45,61	63,81	122,09	77,17
<i>Tragelaphus scriptus</i>	1,22	16,51	14,78	17,93	16,41
<i>Phacochoerus africanus</i>	3,22	1,78	25,44	21,85	16,36
<i>Hippotragus equinus</i>	2,77	5,93	2,72	16,2	8,28
<i>Cephalophus rufilatus</i>	1,1	1,78	2,71	6,41	3,63
<i>Sylvicapra grimmia</i>	1,08	1,56	0,47	2,22	1,42
<i>Syncerus caffer</i>	2,53	1,11	1,56	0,79	1,15

3.1.1.3. Part de chaque proie sur la biomasse totale

En terme de masse corporelle l'hippotrague est l'espèce qui domine (32,21%) sur la biomasse totale dans le PNNK, suivi par le babouin de Guinée (21,98%), le phacochère (21,37%), le guib harnaché (10,87%), le buffle (4,82%) et l'élan de derby (3,71%) (Figure 10). Toutefois la catégorie des grands ongulés est plus abondante en terme de biomasse représentant 52,21% de la biomasse totale des ongulés, elle est suivie par la catégorie des ongulés de taille moyenne (32,67%) puis de la catégorie des petits ongulés (15,2%).

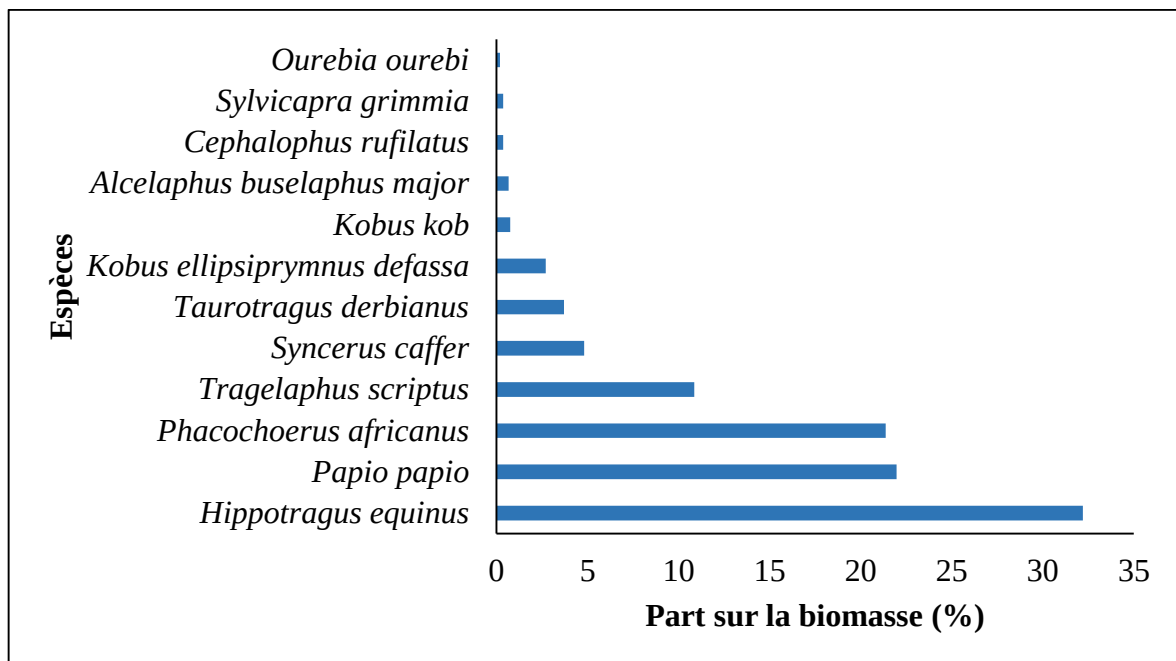


Figure 9: Part des différentes espèces sur la masse corporelle relative totale (en tant que mesure du succès de groupe par 100 jours)

3.1.2. Estimation de l'occupation naïve des grands carnivores et de leurs proies

Les résultats consignés dans le Tableau 4 montrent que le guib harnaché est l'espèce la plus répandue occupant 73,91% de la superficie du parc, suivi du babouin de Guinée (71,24%), du phacochère (69,46%), de l'hippotrague (53,43%) et du céphalophe à flancs roux (45,41%). Le bubale major et l'éland de derby ont les plus faibles aires de répartition représentant respectivement 9,8 et 5,34% de la superficie du parc.

Parmi les grands carnivores, le léopard d'Afrique occupe la plus grande aire (2357,7km²), suivi de la hyène tachetée (2276,4 km²) puis du lion d'Afrique de l'Ouest (1707,3 km²).

Tableau 4: Aire de distribution prédite par espèces dans la zone d'étude

Espèce	Occupation naïve	Aire de distribution (km ²)
<i>Panthera leo</i>	0,21	1707,3
<i>Panthera pardus</i>	0,29	2357,7
<i>Crocuta crocuta</i>	0,28	2276,4
<i>Taurotragus derbianus</i>	0,06	487,8
<i>Syncerus caffer</i>	0,2	1626
<i>Hippotragus equinus</i>	0,6	4878
<i>Alcelaphus buselaphus major</i>	0,11	894,3
<i>Kobus ellipsiprymnus defassa</i>	0,18	1463,4
<i>Kobus kob</i>	0,18	1463,4
<i>Cephalophus rufilatus</i>	0,51	4146,3
<i>Ourebia ourebi</i>	0,27	2195,1
<i>Sylvicapra grimmia</i>	0,3	2439

<i>Tragelaphus scriptus</i>	0,83	6747,9
<i>Phacochoerus africanus</i>	0,78	6341,4
<i>Papio papio</i>	0,8	6504

3.1.3. Répartition spatiale des grands carnivores et de leurs proies

3.1.2.1. Répartition spatiale des grands carnivores

La modélisation de la répartition des grands carnivores a été faite en utilisant les précipitations annuelles, les types d'habitat, la distances aux masses d'eau et du braconnage. Elle concerne uniquement la hyène, le lion d'Afrique de l'Ouest et léopard d'Afrique car il n'y a pas eu d'observation direct pour le lycaon.

Les résultats obtenus sur la modélisation des grands carnivores révèlent que tous les modèles sont « acceptables » (Tableau 5).

Tableau 5 : La contribution des variables environnementales sur la modélisation de la distribution spatiale des grands carnivores dans MaxEnt et les valeurs moyennes de l'AUC

Espèces	Précipitations (%)	Types d'habitats (%)	Braconnage (%)	Distance aux masses d'eau (%)	AUC
Lion d'Afrique de l'Ouest	24,4	18,1	1,5	56	0,732
Léopard d'Afrique	18,1	6,6	8,1	67,2	0,741
Hyène tachetée	21,7	22,2	0,7	55,4	0,731

3.1.2.1.1. Lion d'Afrique de l'Ouest

L'analyse pour le lion d'Afrique a été effectuée avec 21 points de présences sur MaxEnt. La répartition du lion d'Afrique de l'Ouest est influencée selon les résultats obtenus par la proximité avec les masses d'eau (56%) donc il est totalement dépendant du réseau hydrographique, suivi par les précipitations annuelles (24,4%), du type d'habitat (18,1%) et une faible contribution du braconnage (1,5%).

La superficie adéquate (> 50% de la capacité d'habitat) est de 2437,71 Km² et 1387,66 Km² avec une adéquation de l'habitat supérieure à 67%. Les résultats sur les pièges photographiques suggèrent que le lion d'Afrique de l'Ouest est observé le plus souvent dans

la zone centre (Simenti, Badi et au Camp du lion), et à l'Est du PNNK sur le secteur Niokolo et Mont Assirik (Figure 10).

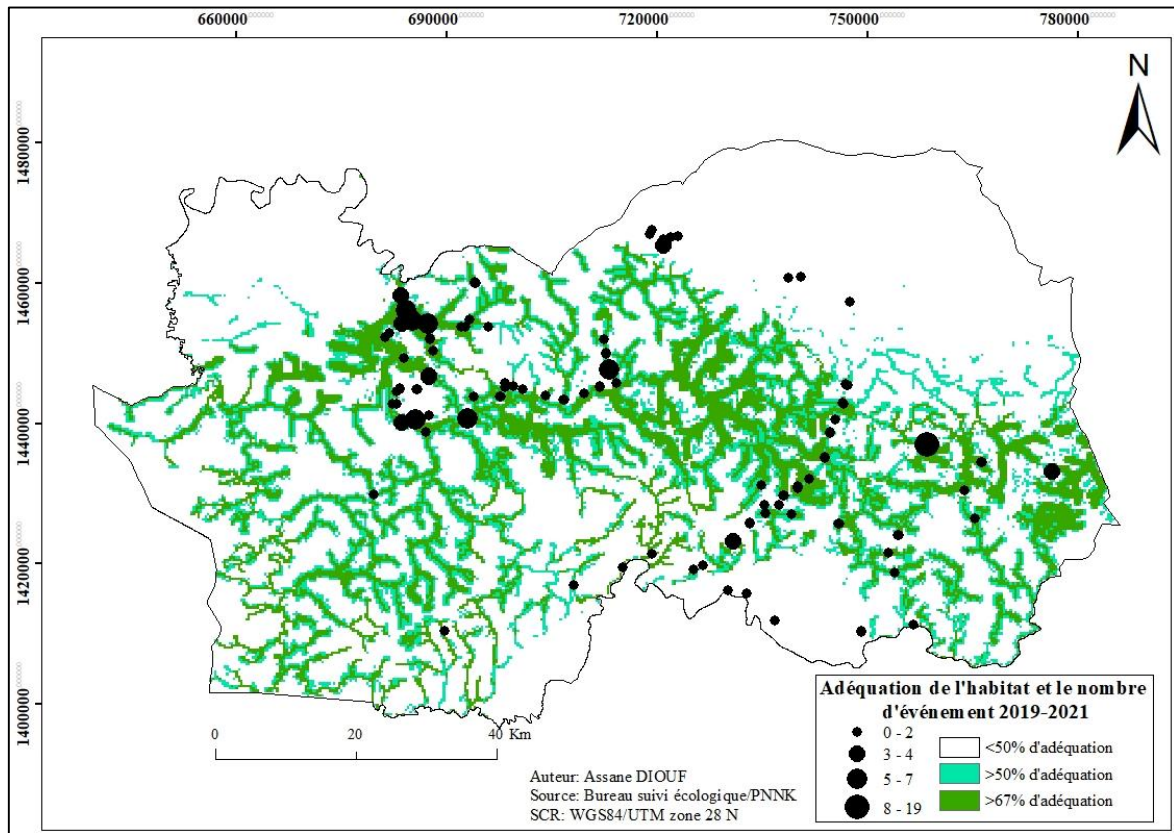


Figure 10 : Répartition spatiale potentielle du lion d'Afrique de l'Ouest avec adéquation de l'habitat > 50% et > 67% et le nombre d'événement de 2019 à 2021

3.1.2.1.2. Léopard d'Afrique

Un total de 32 points de présence a été analysé pour le Léopard d'Afrique sur MaxEnt. Les résultats de la modélisation révèlent que la répartition spatiale du léopard d'Afrique est principalement influencée par la proximité des plans d'eau (67,2%), suivi par les précipitations annuelles (18,1%). Les résultats montrent aussi une faible contribution du braconnage (8,1%) et du types d'habitat (6,6%) sur la répartition du léopard d'Afrique. La superficie appropriée (>50% d'adéquation) est de 1987,8 km² et 1069,8 km² pour 67% d'adéquation.

La distribution potentielle du léopard d'Afrique comprend le centre et le sud du parc mais moins appropriée dans le Nord-Est. Les observations avec les pièges photographiques entre les années 2019 à 2021 montrent que le léopard d'Afrique est assez répandu dans le PNNK, avec de nombreuses observations au centre (Simenti, Badi, Linguékountou et Camp du lion), dans la partie Est (Diénoudiala, Mont Assirik et Gamon), et au Sud mais moins présent au Nord (Figure 11).

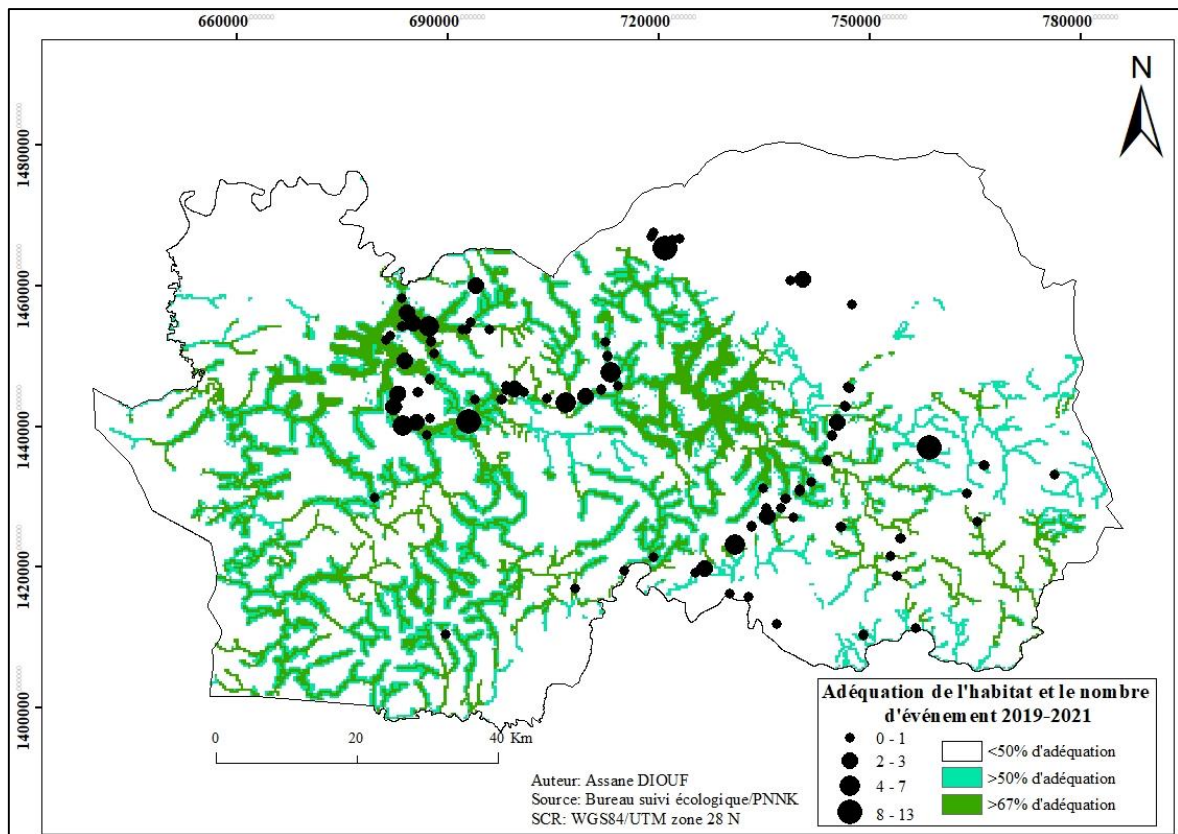


Figure 11: Répartition spatiale potentielle du léopard d'Afrique avec adéquation de l'habitat > 50% et > 67% et le nombre d'événement de 2019 à 2021

3.1.2.1.3. Hyène tachetée

La modélisation de la hyène tachetée a été effectuée avec 35 points de présences. A l'instar du lion d'Afrique de l'Ouest et du léopard d'Afrique, la proximité par rapport au plan d'eau (55,4%) contribue le plus sur la répartition de la hyène tachetée, suivi des précipitations annuelles (21,7%). Cependant, la contribution du type d'habitat (22,2%) est plus élevée par rapport à celle des autres grands carnivores. Le braconnage (0,7%) a une faible contribution sur la distribution spatiale.

La superficie appropriée (>50% de l'habitat) était pour la hyène tachetée 2391,16 Km² et 1300,5 Km² pour une adéquation de l'habitat >67%. L'habitat approprié pour la hyène tachetée se trouve principalement au Centre du parc. La partie Nord du PNNK ne semblent pas convenir beaucoup à la hyène tachetée. Les observations sur les pièges photographiques montrent qu'elle est assez répandue dans le PNNK, avec de nombreuses observations au centre (Badi, Camp du lion et Simenti), dans la partie sud (et Gamon), à l'Est (Mont Assirik et Diénoudiala) mais moins présent au Nord-Est (Figure 12).

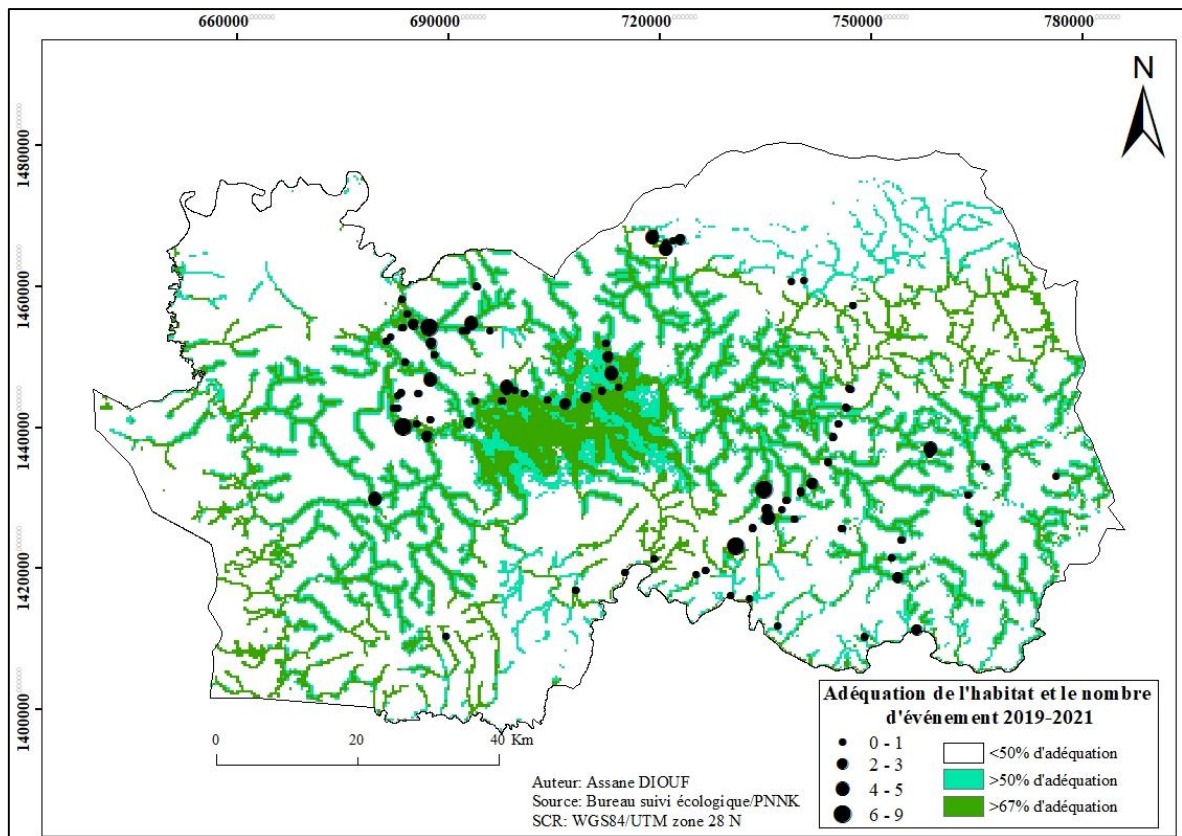


Figure 12: Répartition spatiale potentielle de la hyène tachetée avec adéquation de l'habitat > 50% et > 67% et le nombre d'événement de 2019 à 2021

3.1.2.2. Répartition spatiale des proies

L'éland de derby, le buffle d'Afrique, le céphalophe à flancs roux l'hippotrague, le babouin de Guinée et le guib harnaché ont de très vastes zones d'habitat approprié (> 50% de la pertinence de l'habitat). Chacune de ces espèces couvre au moins 30% de la superficie noyau central du PNNK. La répartition spatiale du bubale major couvre la majorité des habits du parc. L'ourébi est l'espèce qui a l'habitat le moins approprié, il couvre uniquement la zone Centre (Annexe 1).

L'ensemble des modèles obtenus pour la modélisation des proies ont été significative dans l'ensemble à part le cobe de Buffon et le cobe defassa mais les niveaux de significativité des facteurs indépendants dans le Modèle Linéaire Généralisé (MLG) diffèrent pour chaque espèce. Donc seuls les modèles significatifs vont être analysés pour chaque espèce.

Le modèle sur la distance entre les points d'eau stagnante n'a pas été représentatif pour l'ensemble des espèces. Les modèles sur le type d'habitat et de la présence du lion d'Afrique de l'Ouest ($AUC > 0,7$) ont été représentatifs respectivement pour l'hippotrague et le bubale major. Pour le babouin de Guinée et le phacochère seul le type d'habitat a été représentatif ($AUC > 0,72$). Le modèle sur les précipitations ($AUC > 0,8$) est « assez acceptable » pour le

cobe defassa et l'éland de derby. Enfin pour le buffle, le braconnage ($AUC > 0,7$) et le type d'habitat ($AUC > 0,8$) ont été respectivement « acceptable » et « bon ».

D'après les observations sur les pièges photographiques, les ongulés et les primates ont la plus grande aire de distribution par rapport à leurs prédateurs. Ils sont présents sur l'ensemble des secteurs contrairement aux grands carnivores. Les résultats suggèrent aussi une forte présence des grands carnivores sur les secteurs où leurs proies sont plus concentrées (Simenti, Mont Assirik, Niokolo et Badi). Les résultats sur la modélisation et des observations sur les pièges photographiques montrent que pour les proies comme pour les grands carnivores une absence des espèces dans la partie Nord-Est du parc (Figure 13).

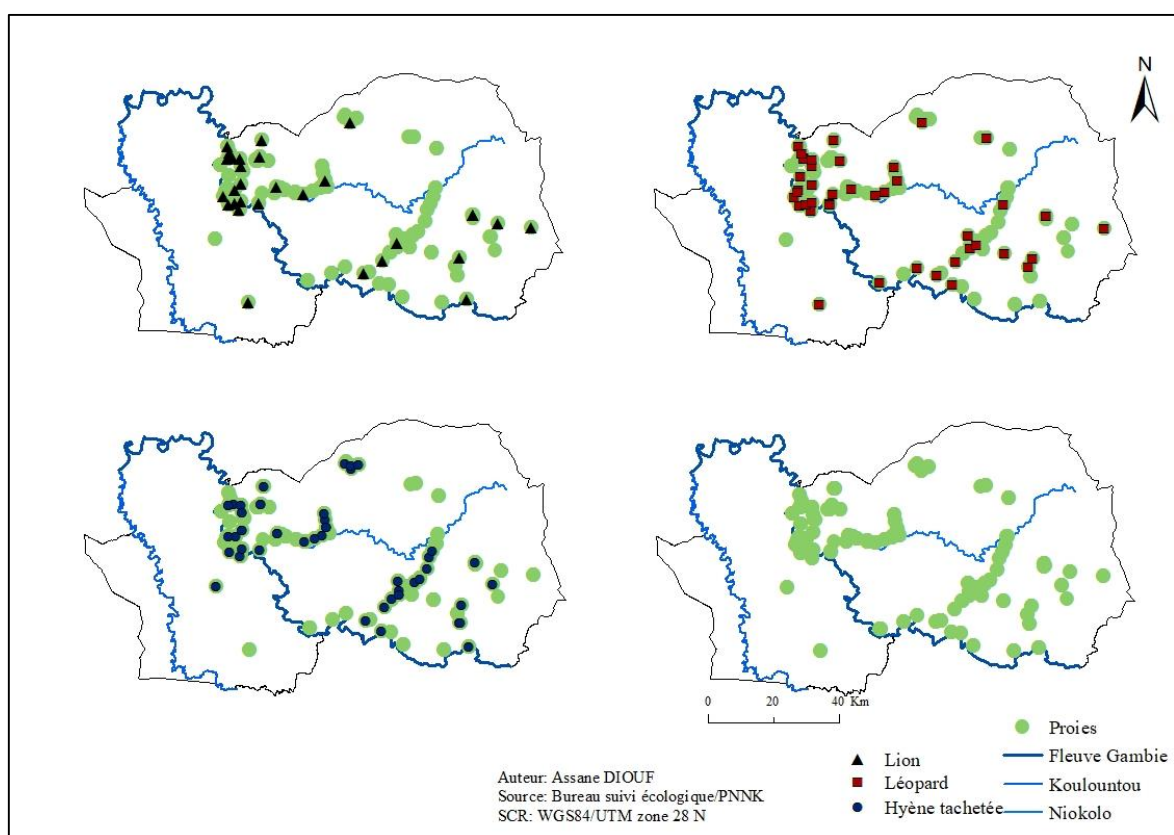


Figure 13: Répartition des proies par rapport aux grands carnivores de 2019 à 2021

3.2. Discussion

3.2.1. Abondance relative

Au total 47 espèces de mammifères ont été observées durant l'étude. Cette richesse spécifique est en-dessous des 80 espèces et 49 espèces obtenues respectivement par Dupuy (1971) et Adie *et al.* (1997). Toutefois, ce résultat est meilleur que celui obtenu par Pellaton (2019) qui en a enregistré 46 espèces de mammifères. Ces valeurs pourraient s'expliquer soit par une régression de la biodiversité animale, soit par un faible maillage du parc par les

pièges photographiques, soit par le comportement de certaines espèces telle que le colobe bai qui est arboricole. De plus, l'identification de certaines espèces était difficile sur certaines images. En outre, la majorité des pièges photographiques actuels est conçu pour capturer les grands mammifères (Benjamin, 2019).

En ce qui concerne le taux de piégeage ou fréquence de détection et en terme de succès de groupe, le babouin de Guinée est l'espèce la plus abondante, représentant 59,8% sur le nombre total de proies détecté par les pièges photographiques. Ce résultat est plus faible qu'au 67% obtenues dans les travaux de Pellaton (2019) mais supérieure au 45,2% obtenues par Galat *et al.*, (1992). Selon Galat *et al.*, (1992) le babouin de Guinée a toujours été très nombreux et répandu au PNNK.

En outre, dans cette étude les parts du phacochère (13,73%) et du guib harnaché (12,71%) sont élevée par rapport aux résultats obtenus par Pellaton (2019) qui sont 6% pour le phacochère et 3% pour le guib harnaché. Toutefois, Galat *et al.*, (1992) ont suggéré 4% pour le phacochère et 11,9% pour le guib harnaché.

Par ailleurs, la part de l'hippotrague (6,43%) est élevée par rapport au 3% obtenus par Pellaton (2019) et au 1,4% de Galat *et al.*, (1992). La part du buffle (0,89%) est faible par rapport au 3% et 2,6% obtenus respectivement par Pellaton (2019) et Galat *et al.*, (1992).

Enfin, pour ce qui est du bubale major, nos résultats (0,22%) sont inférieurs à ceux obtenus par Pellaton (2019) et Galat *et al.*, (1992) qui sont respectivement 1% et 1,2%.

Les résultats révèlent donc que le babouin de Guinée a été toujours l'espèce la plus abondante dans le parc comme l'a affirmé Galat *et al.*, (1992). En effet, les études menées par Pellaton (2019) ont été faites en combinant le piégeage photographique et les transects, et Galat *et al.*, (1992) avait effectué uniquement la méthode des transects. Ceci pourrait expliquer la différence des résultats obtenus sur la part de l'hippotrague et des autres ongulés.

En ce qui concerne la biomasse, l'intention n'est pas de calculer la biomasse totale présente dans le parc, mais plutôt de donner une idée sur les espèces qui contribuent le plus à la biomasse totale. Afin d'évaluer la disponibilité des proies pour les grands carnivores, il est important de savoir ce qui est disponible en termes de nombre et de biomasse (Pellaton, 2019).

L'hippotrague est l'espèce la plus abondante dans cette étude représentant 32,21%. Alors que sa part sur la biomasse, celle du buffle d'Afrique et de l'élan de derby représentaient 37% dans les travaux de Pellaton (2019). Pour ce qui est du babouin de Guinée, sa part

(21,98%) est relativement inférieure au 31,1% énuméré dans les travaux de Pellaton (2019). Le phacochère et le guib harnaché sont les autres espèces de proies les plus abondantes représentant respectivement 21,31% et 10,87%. En effet, dans l'étude menée par Pellaton (2019), la taille moyenne du groupe a été déterminée par transects alors que dans cette étude elle a été déterminée sur les pièges photographiques. De plus, l'hippotrague a une masse moyenne qui est largement supérieure à celle du babouin de Guinée.

3.2.2. Répartition spatiale des carnivores et des proies

3.2.2.1. Répartition spatiale des grands carnivores

En ce qui concerne la modélisation de l'habitat du lion d'Afrique de l'Ouest, le modèle MaxEnt était principalement dépendant de la distance des masses d'eau (56%) et précipitations annuelles (24,4%), dans la moindre mesure par le type d'habitat (18,1%) et une faible contribution du braconnage (1,5%). La proximité avec les masses d'eau est très proche avec les résultats de Pellaton (2019) qui affiche 54,7%. Selon Haas *et al* (2005), il arrive que certains lions ne boivent pas pendant plusieurs jours, en période sèche, marchant des heures à la recherche de cours d'eau. Cette préférence pour les zones proches des plans d'eau pourrait en fait être liée à l'abondance accrue de proies dépendantes des eaux (Abade *et al.*, 2014). D'autant plus que la plupart des proies ont été observée le plus sur les points d'eau dans cette étude. Le PNNK présente un réseau hydrographique très dense constitué de cours d'eau, de mares et de dépression marécageuse (Rabeil, 2015), ceci peut justifier les observations du lion d'Afrique sur les différentes zones du parc.

La modélisation de l'habitat du léopard d'Afrique aussi est principalement corrélée à la distance avec les plans d'eau (67,2%), et des précipitations annuelles (18,06%), tandis que le type d'habitat (6,56%) et le braconnage (8,13%) n'ont pas eu une grande influence sur la distribution. Les conclusions des travaux de Pellaton (2019) ont montré que le modèle MaxEnt était principalement dépendant de la distance aux masses d'eau (48,8%), aux précipitations annuelles (32,1%) et, dans une moindre mesure le type d'habitat (19,1%). En effet, le léopard a un régime alimentaire variable et est capable de s'adapter aux changements dans la disponibilité des proies. Son régime alimentaire est influencé par de nombreux facteurs tels que la densité et la composition des proies et par d'autres prédateurs, mais également par des facteurs environnementaux et par la pression anthropique (Balme *et al.*, 2007). Elle n'a pas d'exigences particulières quant à son habitat pour autant qu'elle y ait une quantité de proies suffisante (Hoppe-Dominik, 2015). Comme tous les autres grands carnivores, les léopards choisissent d'habiter des domaines vitaux qui sont suffisamment

grands afin de s'assurer d'une provision de proies suffisante à longueur d'année (Henschel et Ray, 2003 ; Pellaton, 2019).

Pour ce qui est de la modélisation de l'habitat de la hyène tachetée, les résultats révèlent que sa répartition dépendait principalement de la distance à l'eau (55,4%), des précipitations annuelles (21,7%), et du type d'habitat 22,2%. Le braconnage ne contribue que 0,7% sur la distribution. La contribution de la proximité aux masses est similaire à celle obtenue dans les travaux de Pellaton (2019). En effet, la distribution de la hyène dépendait principalement de la distance à l'eau (51,6%) et les précipitations annuelles (37,5%), dont le type d'habitat ne contribue qu'à 10,9%. Donc comme pour le lion et le léopard, la distribution de la hyène tachetée est fonction des masses d'eau. Ceci pourrait se justifier par la forte présence des proies et des autres prédateurs sur les points d'eau. En fait, la hyène tachetée est un carnivore opportuniste (Cooper, 1999). Swanson *et al.*, (2016) a constaté que la présence du lion d'Afrique expliquait environ 21,5% de la distribution spatiale de l'hyène tachetée. Leur grand domaine vital peut s'expliquer par leur capacité d'adaptation aux proies, car leur source de nourriture et leur domaine vital varient selon les écosystèmes (Meter, 2009).

3.2.2.2. Répartition spatiale des proies

La distribution spatiale du bubale major, du céphalophe à flancs roux, de l'hippopotame, du céphalophe de grimm, du guib harnaché, du buffle d'Afrique de l'Ouest, du phacochère et du babouin de Guinée a été significativement corrélée avec la distance par rapport aux masses d'eau représentant plus de 40%. Ce qui est en concordance avec les résultats de Pellaton (2019) qui soutient que la distribution de ces espèces dépend de la distance par rapport aux masses d'eau. De plus, l'hydro-dépendance est un autre facteur discriminant quant à la taille du domaine vital, lorsque la ressource hydrique se fait rare. On peut considérer en effet qu'une espèce très dépendante de l'eau sera limitée dans ses déplacements vis-à-vis d'une autre, moins astreinte à la ressource hydrique. Selon Rabeil (2015), en saison sèche, étant donné le faible nombre d'observations lors des comptages liés à l'habitat, il est difficile d'établir une correspondance entre habitat et espèce. Il semble, vu le nombre important d'observations autour des points d'eau, que la présence d'eau conditionne essentiellement la répartition des animaux durant cette saison. Une autre explication possible, en particulier pour les non-brouteurs, pourrait être que le type de végétation proche des masses d'eau attire de nombreuses espèces (Chamaille-Jammes *et al.*, 2015 ; Pellaton, 2019). De même qu'au sein de l'habitat, une des conditions de survie durant la saison sèche, pour une grande majorité d'espèces est l'accès au point d'eau. On remarque

qu'une grande partie des distributions est agrégée autour des points d'eau restants durant cette période (Rabeil,2015).

Dans le parc de W au Niger la distribution des ongulés est fonction du réseau hydrologique en saison sèche et du types d'habitat spécifique. L'hippotrague quant à lui se déplace aussi bien à travers la savane arbustive que la savane arborée claire, mais ne semble pas (ou très peu) se nourrir dans un périmètre si proche de l'eau. Le phacochère montre aussi légèrement des préférences pour la savane arbustive. Cet animal semble peu habitué à évoluer en forêt galerie, la traversant à l'occasion pour se rendre au point d'eau (Rabeil, 2015).

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Cette étude portait sur la répartition des grands carnivores par rapport aux populations de proies et leur évolution au sein du PNNK en vue de mieux comprendre la distribution ces espèces à l'intérieur du parc.

Les résultats ont montré que le babouin de Guinée est l'espèce la plus abondante, et la part calculée de l'hippotrague est plus importante en terme de biomasse. Ils révèlent aussi que le guib harnaché est l'espèce la plus répandue occupant 83 % de la superficie du parc. Les résultats sur la modélisation montrent que la distribution des mammifères est liée aux plans d'eau et aux zones de faibles activités de braconnage.

Pour améliorer les résultats de cette étude ainsi que de la gestion du Parc national du Niokolo Koba, il serait important d'intégrer ces recommandations :

- installer des pièges photographiques sur l'ensemble du parc en fonction du type d'habitat afin d'optimiser les chances d'observation d'autres mammifères ;
- développer une application pour l'identification automatique des mammifères à partir des images ;
- inclure les feux de brousse et les changements climatiques dans la prédiction des modèles ;
- intégrer les modèles de présence ou absence de proies ;
- renforcer le suivi dans la zone Ouest du parc et au Nord-Est avec les pièges photographiques .

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amin, R., Davey, K., Wachter, T. (2017).** Camera trap data management & analysis package - user guide. Zoological Society of London.
- Ancrenaz, M., Ross, A.J.H.J., Sollmann, R., Wilting, A. (2012).** Handbook for wildlife monitoring using camera-traps. p. 83.
- Baldwin, R.A. (2009).** Use of maximum entropy modeling in wildlife research. *Entropy*, 11: 854-866
- Balme, G., Hunter, L. Slotow R. (2007).** Feeding habitat selection by hunting leopards *Panthera pardus* in a woodland savanna: prey catchability versus abundance. *Animal Behaviour*, 74 : 589-598.
- Barbault, R., Sastrapradja, S. (1995)** Generation, maintenance and loss of biodiversity. In: *Global Biodiversity Assessment*, ed. V.H. Heywood & R.T. Watson, pp. 194–274.
- Bauer, H., De Iongh, H.H., Princée F.P.G., Ngantou, D. (2003).** Research needs for lion conservation in West and Central Africa. *C. R. Biologies*, 326.
- Bauer, H., Merve, S.V.D. (2004).** Inventory of free-ranging lions *Panthera leo* in Africa, *Oryx*, 38:1.
- Bodian, M. (1982).** Enquête sur les glossines du Parc National du Niokolo Koba, Dakar : IFAN-DAKAR.
- Bothma, J., Walker, C. (1999).** Larger carnivores of African savannas. Springer. Pretoria. 274pp.
- Camps-Fabrer, H. (2000).** Hyène. *Open Edition Journal*. pp. 3553-3558.
- Chardonnet, P. (2002).** Conservation of the African lion: contribution to a status survey. *International Foundation for the Conservation of Wildlife and Conservation Force, USA*, 21 p.
- Charlotte, H., Moueix, M. (2006).** Test de fiabilité de l'étude des liens de parenté dans un groupe de lycaons (*Lycaon pictus*) à partir de deux sources de matériels génétique : Fécès et Peau. Faculté de Médecine de Nantes, Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes. THESE pour le diplôme d'état DOCTEUR VETERINAIRE.

- Cooper, S. H (1999).** Un festin saisonnier : analyse à long terme du comportement alimentaire de la hyène tachetée (*Crocuta crocuta*). *African journal of Ecology*, Vol. 37, pp. 149-160.
- Craigie, I.D., Baillie, J.E.M., Balmford, A., Carbone, C., Collen, B., Green, R.E., Hutton, J.M. (2010).** Large mammal population declines in Africa's protected areas. *Biological Conservation*. pp. 2221 -2228.
- Creel, S.R., Creel, N.M., Matovelo, J.A., Mtambo, M.M.A., Batamuzi, E.K., Cooper, J.E. (1995).** The effects of anthrax on endangered African wild dogs (*Lycaon pictus*). *Journal of Zoology*, 236 :199-209.
- Creel, S.R., Creel, N.M. (2002).** The African Wild Dog: Behavior, Ecology and Conservation. Princeton University Press, 2002.
- Cusack, J.J., Dickman, A.J., Rowcliffe, J.M., Carbone, C., Macdonald, D.W., Coulson, T. (2015).** Random versus Game Trail-Based Camera Trap Placement Strategy for Monitoring Terrestrial Mammals Communities. *PLoS One*, 2015, 14p.
- Dalerum, F., Somers, M.J., Kunkel, K.E., Cameron, E.Z. (2008).** The potential for large carnivores to act as biodiversity surrogates in southern Africa. *Biodiversity Conservation* 17: 2939-2949.
- Dekeyser, A.V. (1959).** Deux missions zoologiques au parc national du Niokolo-Koba. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, Société nationale de protection de la nature. 1959. pp. 64-76. hal-03532066.
- Di Silvestre, I., Novelli, O., Bogliani, G. (2000).** Feeding habits of the spotted hyaena in the Niokolo Koba National Park. Senegal : *African Journal of Ecology*, 2000. pp. : 102-107.
- DPN. (2000).** Plan de gestion du Parc National du Niokolo Koba et de sa périphérie. Direction des Parcs Nationaux. Ministère de l'Environnement, 2000. p. 131.
- Dupuy, A. (1971).** Le Parc National du Niokolo Koba (PNNK) est le plus grand parc National du Sénégal. Dakar, p. 214.
- Elith, J., Graham, C.H., Anderson, R.P., Dudík, 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.MC-C., Peterson, A. (2006).** Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecology*, Vol. 29, pp. 129-151.

Fanshawe, J.H., Ginsberg, J.R., Sillero-Zubiri, C., Woodroffe, R. (1997). The status and distribution of remaining wild dog populations. Gland, Switzerland: World Conservation Union, 1997.

Fawcett, T. (2006). An introduction to ROC analysis. *Pattern Recognit.* s.l.: Lett, 2006. pp. 861-874.

Feeley, K.J., Silman, M.R. (2011). The data void in modeling current and future distributions of tropical species. *Glob. Chang.* 626-630, s.l.: Biol, 2011, Vol. 17.

Galat G., Galat-Luong A., Mbaye, M. (1997). Abondance relative de quinze espèces de mammifères et oiseaux diurnes dans le Parc National du Niokolo Koba. Sénégal : Evolution 1990-1998. Dakar : DPNS/ORSTOM, 1997. p. 34.

Galat, G., Benoit, M., Chevillotte, H., Diop, A., Duplantier, J.M., Galat-Luong, A., Pichon, G. (1992). Dénombrement de la grande faune du Parc National du Niokolo Koba, Sénégal, 1990-1991. DPN-ORSTOM, 1992.

Galat, G., Galat-Luong, A., NIZINSKI, G. (2009). L'impact du changement climatique sur les variations des populations de grands vertèbres à leur extrême limite de répartition est-il fonction de leurs régimes alimentaires ? *Geographia Technica*. Numéro special, 2009.

Girman, D., Wayne, R.K., Kat, P.W., Mills, M.G.L, Ginsberg, J.R., Borner, M., Wilson, V... (1993). Molecular genetic and morphological analyses of the African wild dog (*Lycaon pictus*). s.l.: *Journal of Heredity*, 1993. pp. 450-459.

Gueye, M. (2014). Modélisation climatique et pédologique de la distribution de *Mimosa pigra* L : Analyse de sa dynamique invasive en Afrique et au Parc National du Niokolo Koba. Université de Liège, Belgique, 69p.

Gueye, M., Cissé, M.T., Ndoye, F., Noba, F.K. (2015). Dynamique invasive du *Mimosa pigra* dans un contexte de variabilité du régime hydrologique au Sénégal. s.l. : *Journal of Animal & Plant Sciences* ISSN 2071-7024.

Gueye, M. (2017). Human-wildlife conflicts around Niokolo Koba National Park, Senegal, Summary PHD proposal. Université d'Anvers.

Gueye, M., D.V. Cauteren., L. Mengual., R. Pellaton., H. Leirs., L.D. Bertola., H. De longh. (2022). Conflicts between large carnivores and local pastoralists around Niokolo Koba National Park, Senegal, *European Journal of Wildlife Research* (2022) 68:9, <https://doi.org/10.1007/s10344-021-01556-5>.

- Guisan, A., Graham, C.H., Elith, J., Huettmann, F. (2007).** Sensitivity of predictive species distribution models to change in grain size. Species distribution modelling group. [éd.] Divers, *Distrib*, 2007, Vol. 13, pp. 332-340.
- Haas, S.K., Hayssen, V., Krausman, P.R. (2005).** *Panthera leo*. Mammalian Species, 2005. pp. 1-11.
- Hanley, J.A., Mcneil, B. (1982).** The meaning and use of the area under a Receiver Operating Characteristic (ROC) curve. s.l.: *Radiology*, 1982, Vol. 143, pp. 29-36.
- Henschel, P., Coad, L., Burton, C., Chataigner, B., Dunn, A., Macdonald, D., Saidu, Y., Hunter, L.T.B. (2014).** The lion in West Africa is Critically Endangered. PLOS ONE 9(1) : e83500.
- Hoppe-Dominik, B. (1984).** Etude du spectre des proies de la panthère, *Panthera pardus* dans le Parc National de Tai en Côte d'Ivoire. 1984.
- Kane, M.D. (2014).** Estimating population size, density, and occupancy of lions (*Panthera leo*), leopards (*Panthera pardus*), and servals (*Leptailurus serval*) using camera traps in the Niokolo Koba National Park in Senegal, West Africa. MSc thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University. s.l.: Blacksburg, Virginia, USA, 2014.
- Karanth, K.U., Chellam, R. (2009).** Carnivore conservation at the crossroads. *Oryx*, 43(01), Doi :10.1017/S003060530843106X.
- Kauffmann, M.J., Sanjayan, M., Lowenstein, J., Nelson, A., Joe, R.M., Crooks, K.R. (2007).** Remote camera-trap methods and analyses reveal impacts of rangeland management on Namibian carnivore communities. *Oryx*, 2007. p. 8.
- Kingdon, J. (1997).** *Le guide de terrain de Kingdon sur les mammifères africains*. Academic Press, San Diego, Californie, États-Unis.
- Kitchener, A.C., Breitenmoser-Würsten, C., Eizirik, E., Gentry, A., Werdelin, L., Wilting, A., Tobe, S. (2017).** A revised taxonomy of the Felidae. The final report of the Cat Classification Task Force of the IUCN/ SSC Cat Specialist Group. *Cat News Special Issue*. 2017, 11.
- Kourouma, L.D. (2010).** Etude diagnostique pour l'établissement de l'état de référence dans les zones riveraines du Niokolo et du Badiar dans le cadre du projet élevage comme moyen de subsistance : renforcement des stratégies d'adaptation aux changements climatiques à

travers la gestion améliorée au niveau de l'interface élevage-faune sauvage-environnement, 128p.

Kruuk, H. (1966). Système de clans et habitats d'alimentation des hyènes tachetées (*Crocuta crocuta*). *Nature* 2009, 1966, pp. 1257-1258.

Lopez, M. (2014). Le lion d'Afrique (*Panthera leo*) et sa conservation. Université Claude-BERNARD. 2014. THESE.

MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., Lachman, G.B., Droege, S., Royles, J.A., Langtimm, C.A. (2002). Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology*, 8p.

MacKenzie, D.I., Nichols, J.D. (2004). Occupancy as a surrogate for abundance. *Animal Biodiversity and Conservation*, 7p.

Mallon, D.P., Hoffmann, M., Grainger, M.J., Hibert, F., van Vliet, N., McGowan, P.J.K. (2015). Analyse de situation de l'UICN concernant la faune terrestre et d'eau douce en Afrique.

Maréchal, C., Cawoy, V., Cocquyt, C., Dauby, G., Dessein, S., Hamilton, A.D., Dupain, J., Fischer, B., Obang, D.F., Groom, Q., Henschel, P., Jeffery, K.J., Korte, L., Lewis, S... (2013). Conservation et gestion de la biodiversité.

MEDD. (2014). Cinquième rapport national sur la mise en œuvre de la convention internationale sur la biodiversité. Dakar : SN.

Meter, P.E. (2009). Les glucocorticoïdes fécaux reflètent les facteurs de stress socio-écologiques et anthropiques dans la vie des hyènes tachetées sauvages. *Hormones et comportement* 55, 329-337.

Meyer, C. (2009), *Dictionnaire des Sciences Animales*. Montpellier, France, Cirad

Mills, M.G.L., Juritz, J.M., Zucchini, W. (2001). Estimating the size of spotted hyaena (*Crocuta crocuta*) populations through playback recordings allowing for non-response. *Animal Conservation*. pp 335-343.

Miller, B., Dugelby, B.F., Dave., (2001). L'importance des grands carnivores pour des écosystèmes sains : Mise à jour sur les espèces en voie de disparition. 18(5), pp. 202-210.

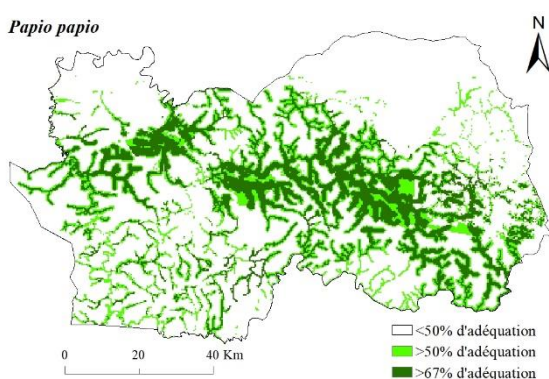
- Muposhi, V.K., Gandiwa, E., Chemura, A., Bartels, P., Makuza, S., Madiri, T.H. (2016).** Habitat heterogeneity variably influences habitat selection by wild herbivores in a semi-arid tropical savanna ecosystem. *Plos One*, 2016, Vol. 11.
- Murray, W. (2007).** *Elsevier's dictionary of mammals: in Latin, English, German, French and Italian*. Elsevier, 2007. (ISBN 0-444-51877-0), 9780444518774. 857 pages.
- Náhlik, A., Sándor, G., Tari, T., Király, G. (2009).** Space use and activity patterns of red deer in a highly forested and in a patchy forest-agricultural habitat. s.l.: Acta Silvatica & Lignaria Hungarica. pp. 109-118. Vol. 5.
- Ndao, I., Henschel, P. (2011).** Rapport de l'étude sur la population des lions au Parc National du Niokolo Koba. Tambacounda, Senegal.
- Ndiaye, M. (2012).** Evaluation de l'efficacité de la gestion du Parc National de Niokolo Koba (Sénégal). Université de Liège, Belgique. Travail de Fin d'Études.
- Ndiaye, P.I., Sène, B., Ba, C.T. (2018).** Inventaire de la grande faune mammalienne dans la zone non protégée de Diaguiri (Kédougou, Sénégal). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* pp. 902-914.
- O'Connell, A.F. Nichols, J.D., Karanth, K.U. (2011).** *Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses*. London : Springer, 279p.
- Pellaton, R. (2019).** Densité, répartition spatiale et régime alimentaire des grandes carnivores par rapport aux populations de proies dans le Parc National du Niokolo Koba, Sénégal, 2019.
- Phillips, S.J., Anderson, P.R., Schapire, R.E. (2006).** Maximum Entropy modeling of species geographic distributions. 231-259, *Ecol Model*, 2006, Vol. 190.
- Rabeil, T. (2003).** Distribution potentielle des grands mammifères Dans le Parc du W au Niger. Université Paris VI, *Hal Open Science*.
- Rabeil, T. (2015).** Inventaire de la grande faune du Parc National du Niokolo Koba au Sénégal. p. 39.
- Riggio, J.S. (2011).** The African lion (*Panthera leo*): A continent-wide species distribution study and population analysis. Published MSc thesis, Nicholas School of the Environment of Duke University.

- Robichaud, V. (2010).** La prédation du bétail par les grands carnivores : la complexité d'un conflit hommes-faune et ses possibles solutions. Québec : Faculté des sciences département de biologie Sherbrooke. p. 90.
- Rovero, F., Marshall, A.R. (2009).** Camera trapping photographic rate as an index of density in forest ungulates. s.l.: *Journal of Applied Ecology*, 2009. pp. 1011-1017.
- Rowcliffe, J.M., Field, J., Turve, S.T., Carbone C. (2008).** Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology*, 2008. pp. 1228-1236.
- Sambou, B., Ba, A.T., Ervik, F., Goudiaby, A., Camara, C., Diallo, D. (1997).** Végétation et flore : Parc Transfrontalier Niokolo-Badiar. Dakar: Institut des Sciences de l'Environnement,157(9).
- Schaller, G.B. (1972).** The Serengeti lion: a study of predator-prey relations. University of Chicago Press. Chicago: Wildlife behavior and ecology series, 504p.
- Sergio, F., Caro, T., Brown, D., Clucas, B., Hunter, J., Ketchum, J., McHugh, K., Hiraldo, F. (2008).** Top predators as conservation tools: ecological rationale, assumptions, and efficacy. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 19p.
- Stein, A.B., Hayssen, V. (2013).** *Panthera pardus* (Carnivora: Felidae). *Mammalian Species*,47(1), pp. 30-48.
- Stein, A.B., Athreya, V., Gerngross, P., Balme, G., Henschel, P., Karanth, U., Miquelle, D., Rostro-Garcia, S., Kamler, J.F., Laguardia, A., Khorozyan, I., Ghoddousi, A. (2016).** *Panthera pardus* (errata version published in 2016) The IUCN Red List of Threatened Species. pp. 2307-8235.
- Swanson, A., Arnold, T., Kosmala, M., Forester, J., Packer C. (2016).** In the absence of a "landscape of fear": How lions, hyenas, and cheetahs coexist. *Ecology and Evolution* 6 : 8534-8545.
- Tappan, G. G., (2012).** Occupation des Terres du Sud-Est du Sénégal (unpublished color poster with map, descriptive text (in French), photographs, and illustrations): Sioux Falls, South Dakota, U.S. Geological. Survey (map scale 1:200,000).
- Thuiller, W., Araujo, M.B., Lavorel, S. (2004).** Do we need land-cover data to model? *Biogeogr*, 2004. pp. 353-361.

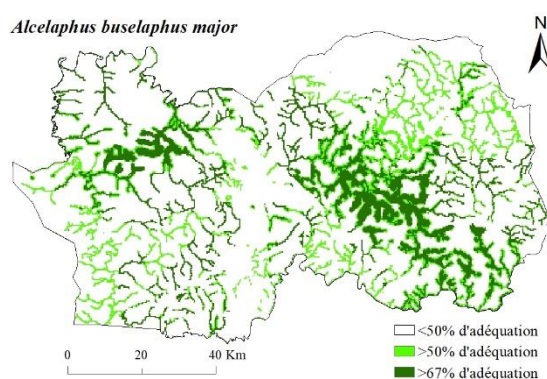
- UICN/PAPACO. (2009).** Le patrimoine mondial naturel en Afrique de l'Ouest : Etat et valeur du label, priorité de conservation. 2009.
- UNESCO. (2010).** Rapport de mission Parc National de Niokolo Koba Sénégal. Paris.
- Valeix, M., Fritz, H., Matsika R., Matsvimbo, F., Madzikanda, H. (2008).** The role of water abundance, thermoregulation, perceived predation risk and interference competition in water access by African herbivores. *African Journal of Ecology*, 2008. pp. 402-410.
- Vanherle, N. (2003).** Inventaire et suivi de la population de lions (*Panthera leo*) du Parc national de Zakouma (Tchad). s.l. : Étude Lion Zakouma, 2003.
- Vincke, X., Hornick, J.L., Njikam, N.I., Leroy, P. (2005).** Gestion de la faune sauvage au Sénégal : comparaison du Parc national du Niokolo Koba. *Annales de Médecine Vétérinaire*, Vol. 149, pp. 232-237.
- Woodroffe, R., Ginsberg, J.R., Macdonald, D.W. (1997).** The African Wild Dog: Status Survey and Conservation Action plan. Gland, Switzerland: World Conservation Union, 1997. pp. 58-73.
- Woodroffe, R., Sillero-Zubiri, C. (2012).** *Lycaon pictus* (West Africa subpopulation). In: IUCN 2014. s.l.: IUCN Red List of Threatened Species, 2012.
- Wozencraft, W.C. (1989).** Classification of the recent carnivora. London : Chapman & Hall: Carnivore Behaviour.
- Xavier, S., Maarten, Z., (2012).** Manuel de formation à l'analyse spatiale de la diversité et de la distribution des plantes. Bioersivity International, Rome, Italie. 186 pp. ISBN 978-92-9043-917-2.
- Young, TP et Evans, MR (1993).** Vertébrés alpins du mont Kenya, avec des notes particulières sur le daman des rochers. *Journal de la Société d'histoire naturelle de l'Afrique de l'Est et du Musée national* 82 (202) : 55-79.

Annexe 1

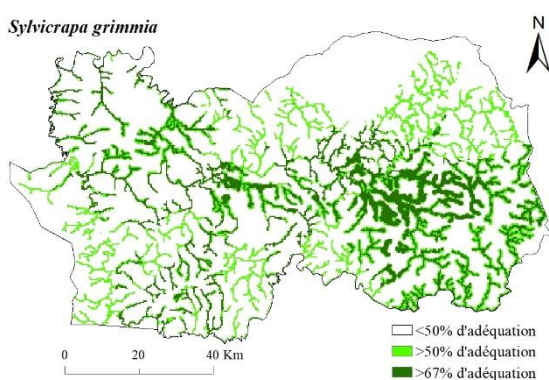
Papio papio



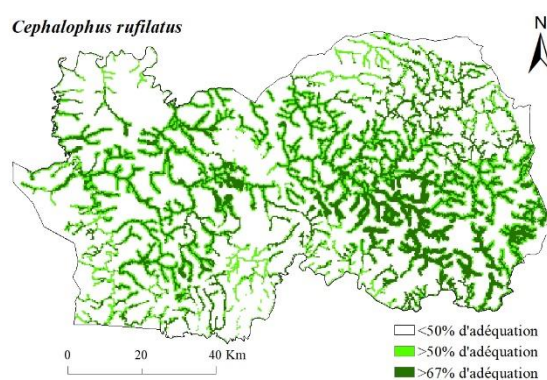
Alcelaphus buselaphus major



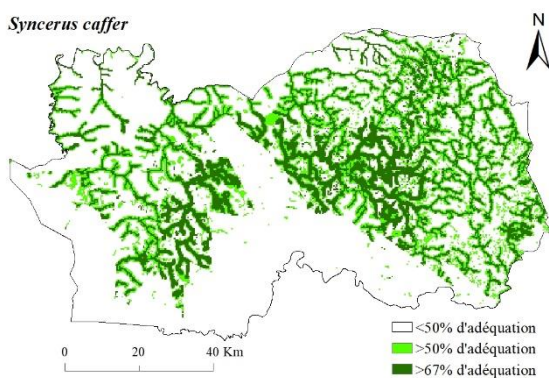
Sylvicrapa grimmia



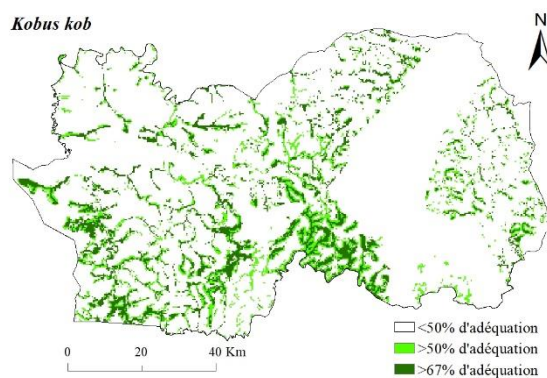
Cephalophus rufilatus



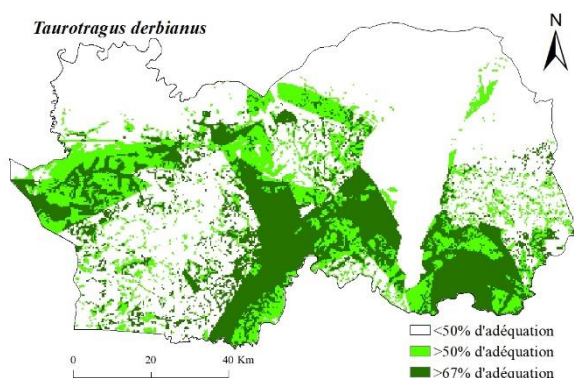
Syncerus caffer



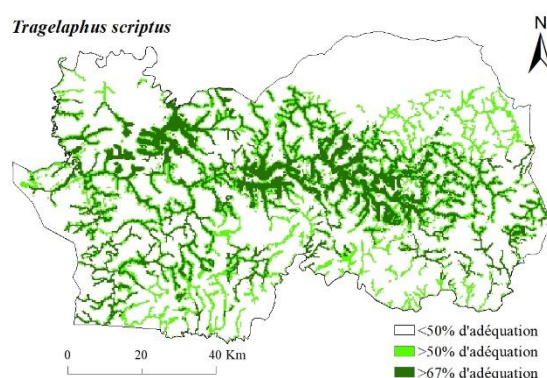
Kobus kob



Taurotragus derbianus



Tragelaphus scriptus



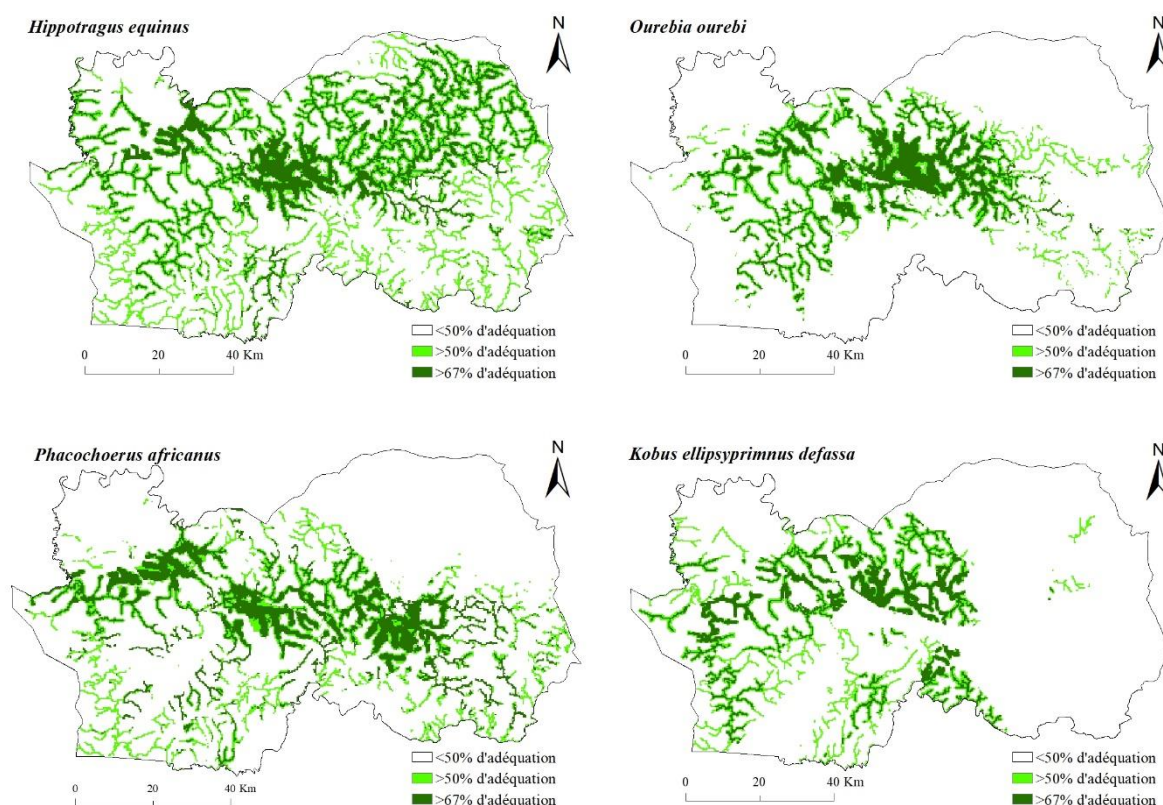


Figure 14: Répartition potentielle des populations de proies avec adéquation de l'habitat

Annexe 2

Tableau 6: Liste des espèces de mammifères du PNNK identifiées au cours de cette étude et leurs masse moyenne

Nom commun	Nom scientifique	Poids	Classe
PETIT CARNIVORES (<5kg)			
Mangouste rouge	<i>Herpestes sanguineus</i>	0,4	S
Mangouste rayée	<i>Mungos mungo</i>	1,1	S
Mangouste de Gambie	<i>Mungos gambianus</i>	1,1	S
Genette commune	<i>Genetta genetta</i>	1,4	S
Mangouste ichneumon	<i>Herpestes ichneumon</i>	2,1	S
Genette de tigre	<i>Genetta tigrina</i>	2,1	S
Mangouste à queue blanche	<i>Ichneumia albicauda</i>	2,6	S
Mangouste des marais	<i>Atilax paludinosus</i>	2,7	S
MOYEN CARNIVORES (5-20kg)			
Chacal à flancs rayés	<i>Canis adustus</i>	7,3	S
Serval	<i>Felis serval</i>	7,9	S
Ratel	<i>Mellivora capensis</i>	9,0	S
Civette	<i>Civettictis civetta</i>	10,1	S
Chacal	<i>Caracal caracal</i>	10,5	S
GRAND CARNIVORES (>20kg)			
Lycaon	<i>Lycaon pictus</i>	25,0	S

Léopard d'Afrique	<i>Panthera pardus</i>	46,5	S
Hyène tachetée	<i>Crocuta</i>	58,6	M
Lion d'Afrique	<i>Panthera leo</i>	142,0	M
PETIT ONGULES (<50kg)			
Céphalophe à flancs roux	<i>Cephalophus rufilatus</i>	5,8	S
Ourébi	<i>Ourebia ourebi</i>	13,3	S
Céphalophe de grimm	<i>Sylvicapra grimmia</i>	14,6	S
Guib harnaché	<i>Tragelaphus scriptus</i>	35,4	S
Redunca	<i>Redunca redunca</i>	39,6	S
Oryctérope	<i>Orycteropus afer</i>	48,8	S
MOYEN ONGULES (50-200kg)			
Cobe de Buffon	<i>Kobus kob kob</i>	50,0	M
Potamochère	<i>Potamochoerus porcus</i>	60,0	M
Phacochère	<i>Phacochoerus africanus</i>	76,9	M
Bubale major	<i>Alcelaphus buselaphus major</i>	133,3	M
Cobe defassa	<i>Kobus ellipsiprymnus defassa</i>	166,7	M
GRAND ONGULES (>200kg)			
Hippotrague	<i>Hippotragus equinus koba</i>	220,8	L
Buffle d'Afrique	<i>Syncerus caffer nanus</i>	237,5	L
Eland de derby	<i>Tragelaphus derbianus</i>	687,5	L
Eléphant	<i>Loxodonta africana</i>	1950,0	L
Hippopotame	<i>Hippopotamus amphibius</i>	1800,0	L
PRIMATES			
Galago du Sénégal	<i>Galago senegalensis</i>	0,1	S
Singe vert	<i>Chlorocebus sabaeus</i>	2,8	S
Colobe bai	<i>Ptilocolobus badius temminckii</i>	4,1	S
Singe roux	<i>Erythrocebus patas</i>	4,5	S
Babouin de Guinée	<i>Papio papio</i>	16,2	S
Chimpanzé	<i>Pan troglodytes verus</i>	38,7	S
AUTRES			
Ecureuil	<i>Xerus erythropus</i>	0,5	S
Pangolin à petite écailles	<i>Phataginus tricuspidis</i>	1,5	S
Lièvre de savane africaine	<i>Lepus crawshayii</i>	2,3	S
Daman du cap	<i>Procavia capensis</i>	2,7	S
Porc-épic	<i>Hystrix cristata</i>	13,1	S
Aulacode	<i>Thryonomys swinderianus</i>		S
Lapin du cap	<i>Lepus capensis</i>		S
Loutre	<i>Aonyx capensis</i>		S

Annexe 3



Photo 5: Désinstallation de piège photographique