



Facteurs de distribution de *Cephalophus zebra* Gray, 1838 et de *Cephalophus jentinki* Thomas, 1892 au Parc national de Taï, Sud-Ouest de Côte d'Ivoire

Ange Edgar Habib MONKET^{1*}, Yves Aka KABLAM^{3,4}, Célestin Yao KOUAKOU^{1,2}, Malé Roger KELY^{1,2}, Manouhin Roland TIEDOUE⁵, Abdoulaye DIARRASSOUBA⁵, Adama TONDOSSAMA⁵, Jean-Claude Koffi BENE¹

¹Laboratoire de Biodiversité et Écologie Tropicale de l'UFR Environnement de l'Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte d'Ivoire, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire, 01 BP 1303 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

³Wild Chimpanzee Foundation, 23 BP 238 Abidjan 23, Côte d'Ivoire.

⁴UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

⁵Office Ivoirien des Parcs et Réserves, 06 BP 426 Abidjan 06, Côte d'Ivoire

*Auteur correspondant, Email : angeedgarmonket@gmail.com; Tel : +225 0758231814

Mots clés : Céphalophes, conservation, pièges photographiques

Keywords : Duiker, conservation, camera traps

Submission 22/12/2021, Publication date 31/01/2022, <http://m.elewa.org/Journals/about-japs/>

1 RESUME

L'état de conservation du Parc national de Taï (PNT), Patrimoine mondial et Réserve de biosphère est évalué sur la base des connaissances issues des résultats obtenus par la méthode de transects linéaires. Les informations fournies par le gestionnaire sur la faune surtout les mammifères du PNT concernent généralement des groupes d'animaux. Pourtant, au sein de ces groupes, vivent des espèces animales à statut particulier dont le suivi écologique serait nécessaire pour leur bonne gestion et conservation durable au PNT. L'objectif de cette étude était de fournir des informations actualisées sur la distribution de deux espèces d'ongulés menacées et endémiques (*Cephalophus zebra* Gray, 1838 et *Cephalophus jentinki* Thomas, 1892) à travers quelques facteurs environnementaux au PNT. Pour atteindre notre objectif, 291 pièges photographiques ont été déployés au PNT, suivant un dispositif systématique, pendant 390 jours. Cette étude a permis de montrer que le céphalophe zébré au Parc national de Taï, se rencontre essentiellement dans deux grandes zones du parc : l'Est du Centre de Recherche en Écologie et l'Est de la zone d'écotourisme. La distance à la zone de présence permanente humaine et la distance à la périphérie du parc constituent les facteurs qui influencent cette distribution au PNT. Quant à la distribution du céphalophe de Jentink, cette espèce est observée presque sur toute l'étendue du Parc national de Taï. Néanmoins, nous constatons des zones à fortes détectabilité dans la partie Sud du PNT. L'analyse de nos données révèle qu'aucun facteur environnemental présélectionné pour cette étude n'influence la distribution de cette espèce de céphalophes.

Distribution factors of Zebra duiker Gray, 1838 and Jentink's duiker Thomas, 1892 in the Taï national Park, southwestern Côte d'Ivoire

ABSTRACT

The conservation status of Taï national Park (TNP), a world Heritage Site and Biosphere Reserve, is assessed based on the knowledge gained from the results of the line transect method. The information provided by the manager on the fauna, especially related to groups animals. However, within these groups, there are animal species with special status whose ecological monitoring would be necessary for their proper management and sustainable conservation in TNP. The objective of this study was to provide updated information on the distribution of two threatened and endemic ungulate species (Zebra duiker Gray, 1838 and Jentink's duiker Thomas, 1892) through some environmental factors in TNP. To achieve our objective, 291 camera traps were deployed at TNP, following a systemic setup, for 390 days. This study showed that the zebra duiker in Taï national Park, occurs mainly in two major areas of the park: the eastern ecology research area and the eastern ecotourism area. Distance from the area of permanent human presence and distance from the park periphery are the factors that influence this at TNP. As for the distribution of Jentink's duiker, this species is observed almost all over the Taï national Park. However, we note areas of high detectability in the southern part of the TNP. Analysis of our data reveals that no environmental factors preselected for this study influence the distribution of this duiker species.

2 INTRODUCTION

La connaissance des tendances évolutives de la ressource animale est un facteur très important dans le développement des stratégies de conservation de la biodiversité (Hacker *et al.*, 1998). Afin d'obtenir des informations sur l'évolution des écosystèmes, de la biodiversité et des menaces qui peuvent compromettre leur conservation, plusieurs méthodes d'inventaire sont utilisées. Ces méthodes concernent, notamment, les comptages directes (Silveira *et al.*, 2003) et indirectes (nids, traces alimentaires et empreintes) lors des marches de reconnaissance ou sur des transects en ligne (Plumptre et Reynolds, 1997; Kouakou *et al.*, 2009), ainsi que le piégeage photographique (Nakashima, 2015; Hedwig *et al.*, 2018 ; Kely *et al.*, 2021). L'utilisation des pièges photographiques a permis d'obtenir des informations écologiques diverses et précieuses sur les populations animales suivies, pour leur comportements (Bridges *et al.*, 2004), leurs périodes d'activités (Gómez *et al.*, 2005 ;Kely *et al.*, 2019 ; N'Goran *et al.*, 2020), leur abondance (Cappelle *et al.*, 2019 ; Kely, 2020), leur richesse spécifique (Nakashima, 2015) et leur occupation

spatiale (Bowler *et al.*, 2017 ; Kely *et al.*, 2021). Aussi, la diversité des espèces et la dynamique des populations (Ahumada *et al.*, 2013 ; Head *et al.*, 2013) ont été déterminés. C'est une méthode non invasive et très efficace pour collecter des informations sur des espèces rares difficilement observables ou nocturnes (Vine *et al.*, 2009). Le piégeage photographique peut également permettre l'inventaire de plusieurs espèces à la fois (Ahumada *et al.*, 2013 ; Nakashima, 2015). Bien que présentes dans plusieurs études écologiques, les pièges photographiques sont de plus en plus utilisés pour les estimations des densités et abondances des espèces, même les plus discrètes (Nakashima, 2015). Au Parc national de Taï, peu d'études de recherche ont utilisé les pièges photographiques, et les plus récentes ont porté sur l'estimation de l'abondance du céphalophe de Maxwell (Howe *et al.*, 2017), du chimpanzé (Cappelle *et al.*, 2019) et sur l'écologie des éléphants (Kely, 2019 ; 2020 ; 2021). Pendant plusieurs années, la méthode des transects linéaires a été utilisée, au PNT, dans de nombreux travaux de recherches et par le programme de suivi écologique mis en



œuvre par l'Office Ivoirien des Parcs et Réserves (Tiedoué *et al.*, 2018 ; Bogui *et al.*, 2016 ; Diarrassouba *et al.*, 2019). Ce programme avait pour objectifs la détermination de la distribution des espèces animales et surtout l'estimation de leur abondance dans le parc. Toutefois, cette méthodologie de transects linéaires présente quelques limites, notamment des difficultés à observer directement de nombreuses espèces en forêt tropicale, pour cause de visibilité réduite (Tiedoué *et al.*, 2018). De même, les données d'observations indirectes restent difficiles à utiliser en raison des problèmes d'identification spécifique des indices observés (crottes en dégradation, empreintes quasi invisibles). Par ailleurs, leur utilisation dans les analyses d'abondance nécessite des études supplémentaires (études sur les taux de production et dégradation des crottes) (Buckland *et al.*, 2001). Ainsi, le piégeage photographique se présente comme un outil particulièrement adapté aux études s'intéressant à des animaux qui ont des territoires larges, pour

être échantillonné totalement et pour les espèces difficiles à observer en milieu naturel. L'observation directe des céphalophes étant une tâche difficile en raison de leur discréption en forêt, le piégeage photographique a été utilisé au cours de cette étude pour disposer d'informations considérables sur deux espèces du Parc national de Taï. Il s'agit du céphalophe zébré et du céphalophe de Jentink, deux espèces de céphalophe dont aucune étude n'a concerné spécifiquement, dans leur milieu naturel, au Parc national de Taï. L'objectif de cette étude était d'actualiser les informations relatives à la distribution de deux espèces d'ongulés menacées d'extinction et endémiques du Parc national de Taï, par le piégeage photographique : *Cephalophus zebra* (VU) et *Cephalophus jentinki* (EN). De manière spécifique, il s'est agi de déterminer les meilleurs prédicteurs de la distribution et d'élaborer la carte de distribution du céphalophe zébré et du céphalophe de Jentink au Parc national de Taï.

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 Milieu d'étude : Le Parc national de Taï est localisé dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire entre 5°15' et 6°07' de latitude Nord et 7°25' et 7°54' de longitude Ouest (Figure 1). Il couvre une superficie de 536 016 hectares. L'humidité relative varie de 85% à 99% avec une pluviométrie annuelle de 1800 mm et une température moyenne de 24°C (Brou, 2009). Le relief du PNT est constitué d'un ensemble de collines assez uniforme et sillonné par de nombreux cours d'eau très ramifiés (OIPR, 2014). Le PNT se caractérise par une diversité d'espèces exceptionnelle, un haut niveau d'endémisme et fait l'objet de pressions humaines qui en font un des points chauds de la biodiversité mondiale (Myers *et al.*, 2000). Il est l'un des sites du patrimoine mondial de l'UNESCO (Allport *et al.*, 1994). Deux grands types de végétation couvrent le PNT, la forêt dense sempervirente à *Eremospatha macrocarpa* et *Diospyros mannii*, dans la moitié nord et la forêt dense sempervirente à *Diospyros* spp. et *Mapania*

spp., dans le sud du parc (Scouppé, 2011). Le PNT renferme 57 espèces d'amphibiens dont trois espèces endémiques (Rödel, 2000) et 240 espèces d'oiseaux (OIPR, 2014). Les mammifères sont très bien représentés, avec 146 espèces de mammifères dont 12 espèces de Primates, 15 espèces d'Ongulés, 43 espèces de Chiroptères, 16 espèces de Carnivores, 41 espèces de Rongeurs, 14 espèces d'Insectivores, trois espèces de Philodotes, une espèce de Hyracoïdes et une espèce de Proboscidiens (Chatelain *et al.*, 2001). Selon Lauginie (2007), le parc abrite près de 90% des espèces de grands mammifères de la zone guinéenne.

3.2 Collecte des données : La méthode des transects en point adaptée aux pièges photographiques (Howe *et al.*, 2017) a été utilisée pour la collecte des données de terrain. Il s'agissait de mettre en place un dispositif systématique constitué d'une grille de maille 4×4 km qui a été superposé sur la carte du parc, à l'aide du logiciel QGIS 3.16.11. Les points

d'intersection des axes constituant la grille ont été pris comme sites d'installation des pièges photographiques (PP), en raison d'un PP par

site. Le dispositif final se composait de 291 points d'installation de PP (Figure 1).

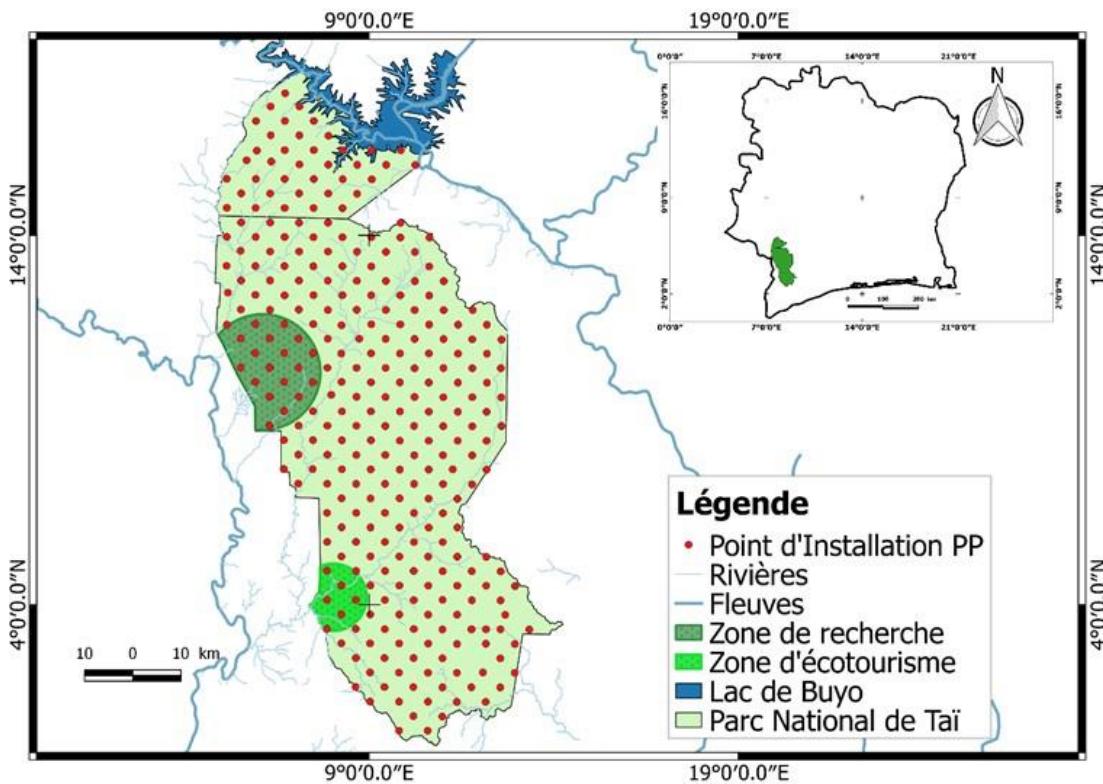


Figure 1 : Localisation du Parc national de Taï et dispositif des pièges photographiques
Sur chacun de ces points, en forêt, un PP était orienté, à 0° ou 180° (direction Nord-Sud) pour

Sur chacun de ces points, en forêt, un PP était orienté, à 0° ou 180° (direction Nord-Sud) pour éviter les rayons solaires dans l'objectif des pièges photographiques lors de leur déclenchement automatique. Une déviation de $\pm 20^\circ$ a été tolérée pour pallier les problèmes d'observation dus à certains obstacles (chablis, cours d'eau, végétation très dense). Chaque PP a été installé dans un rayon de 30 m des points théoriques préenregistrés dans un GPS (Global Positioning System) en privilégiant un « meilleur arbre » appelé arbre tuteur d'environ 10 cm de diamètre, à une hauteur de 50 cm au-dessus du sol. Avant la pose de chaque PP, nous avons recensé quelques facteurs environnementaux qui influencerait la présence des animaux. Ainsi, après analyse des données collectées, cinq (5) facteurs environnementaux ou variables

explicatives ont été retenues. Il s'agit de la distance au cours d'eau le plus proche (V1), la distance à la périphérie du parc (V2), le taux d'indices de braconnage (V3), la zone de présence permanente humaine (centre de recherche en écologie et zone d'écotourisme de Djouroutou) la plus proche (V4) et la présence d'arbres fruitiers (V5). Les distances respectives du point d'installation de chaque PP à la zone de présence humaine permanente la plus proche, au cours d'eau le plus proche et à la périphérie la plus proche a été obtenue à partir de l'extension de mesure de distance dans QGIS. En plus, la présence ou non d'un ou plusieurs arbres fruitiers a été notée sur le terrain. Enfin, le taux d'indices de braconnage, considéré comme l'indice kilométrique d'abondance des signes d'activités de braconnage par site d'installation a



été calculé sur la base des données collectées par l'OIPR lors de la phase 14 du suivi écologique (2019-2020). Cette phase a été choisie car c'est elle qui couvre toute la période d'installation des PP au PNT. Cette activité de suivi écologique se fait par la méthode des transects linéaires dont le dispositif d'échantillonnage comprend 586 transects linéaires de 2 Km, orientés de façon perpendiculaire aux principaux cours d'eau et repartis systématiquement sur toute l'étendue du parc (Tiedoué *et al.*, 2020). En effet, le taux d'indices de braconnage sur chaque transect a été obtenu en divisant le nombre de signes d'activités de braconnage dénombrés par la distance parcourue sur le transect. Ainsi, le taux d'indices de braconnage sur le transect le plus proche du site d'installation de chaque PP lui a été attribué. Le choix de ces variables s'appuie sur la connaissance de l'écologie des céphalophes et des résultats d'autres travaux qui ont utilisé de tels prédicteurs pour expliquer la distribution de la faune, en général et des ongulés, en particulier (Bogui *et al.*, 2016 ; Diarrassouba *et al.*, 2019 ; Kely *et al.*, 2021). Les PP sont restés en moyenne 90 jours sur chaque site.

3.3 Analyse des données

3.3.1 Identification des meilleures variables explicatives de la distribution des deux espèces de céphalophes : Pour déterminer parmi les facteurs environnementaux, les prédicteurs de la distribution du céphalope zébré et du céphalope de Jentink au Parc national de Taï, puis le sens de la contribution de chaque variable, des données de présence/absence de chacune de ces deux espèces ont été utilisées. Au moyen du logiciel PRESENCE version 2.12.29 (Hines, 2006), nous avons estimé la probabilité d'occupation de chacune des espèces (probabilité de présence) suivant les

caractéristiques du site d'installation de chaque PP (Ancrenaz *et al.*, 2012). Pour cela, nous avons générés des modèles successifs impliquant respectivement une ou plusieurs variables explicatives. Ensuite, nous avons choisi les modèles expliquant mieux la distribution de ces deux espèces au PNT (meilleurs modèles), en considérant le « delta AIC » des différents modèles. En effet, les modèles ayant un « delta AIC » inférieur ou égal à deux sont considérés comme les meilleurs modèles (Ancrenaz *et al.*, 2012). Les variables induisant les meilleurs modèles, sont les meilleurs prédicteurs de la distribution de chacune des espèces de céphalope au PNT. Enfin, en nous référant au signe du coefficient bêta de chaque variable impliquée dans les meilleurs modèles, nous avons déterminé la relation entre chaque variable explicative et la variable réponse (Kely *et al.*, 2021). En outre, un coefficient bêta positif signifie que la variable explicative a un effet positif avec la variable réponse, alors qu'un coefficient bêta négatif, signifierait le contraire.

3.3.2 Réalisation des cartes de distribution prédictive : Le logiciel QGIS 3.16.11 a été utilisé pour réaliser les cartes de distribution prédictive des céphalophes zébré et de Jentink au PNT. En effet, pour produire la carte de distribution prédictive du céphalope zébré, nous avons associé les moyennes des valeurs fournies par les meilleurs modèles aux coordonnées de chaque site d'installation des PP. Concernant la carte de distribution prédictive du céphalope de Jentink, nous avons allié les valeurs fournies par le modèle nul aux coordonnées de chaque site d'installation des PP (Kely *et al.*, 2021). La méthode d'interpolation spatiale des probabilités de présence par pondération inverse à la distance "Inverse Distance Weighted" (IDW) a été utilisée (Tiedoué *et al.*, 2018 ; Kely *et al.*, 2021).

4 RESULTATS

A la fin de la période de piégeage photographique, les données de 267 PP sur les 291 ont été prises en compte dans notre analyse. Pour les 24 autres PP, 15 PP ont été volés, 03 PP

ont mal fonctionné (02 PP avec déclenchement intempestif et 01 PP dont la carte SD n'était pas lisible) et 06 sites n'ont pu être échantillonnés en raison de leur inaccessibilité (traversée difficile

des cours d'eaux et de terrains accidentés). Ainsi, 08,25 % des PP du dispositif ont été exclus. Parmi ces 267 pièges photographiques, 112 ont enregistré des vidéos du céphalophe zébré et 137 l'ont fait pour le céphalophe de Jentink. Le reste des PP (18) n'ont pas enregistré d'image des deux espèces.

4.1 Prédicteurs de la distribution du céphalophe zébré : Concernant la distribution du céphalophe zébré au PNT, les modèles 1 et 2 (M1 et M2) impliquant les variables distance au cours d'eau le plus proche, distance à la périphérie, distance à la zone de présence permanente humaine (le centre de recherche en écologie et la zone d'écotourisme de Djouroutou) et présence d'arbres fruitiers ont des « delta AIC » inférieurs à deux (Tableau 1). Ces modèles sont donc ceux qui expliqueraient mieux la distribution du céphalophe zébré dans Parc national de Taï. En comparant le signe des deux bornes de l'intervalle de confiance au signe du coefficient bêta de chaque variable, deux

variables à savoir distance à la périphérie et distance à la zone de présence permanente humaine ont eu leurs différents coefficients bêta et les bornes de leurs intervalles de confiance respectifs de même signe. De ce fait, les variables distance à la périphérie et distance à la zone de présence permanente humaine sont les meilleurs prédicteurs de la distribution du céphalophe zébré dans le PNT (Tableau 2). L'analyse des résultats des modèles M1 et M2 montre que la variable distance à la périphérie conserve un coefficient bêta positif. Ainsi, la probabilité de présence du céphalophe zébré croît avec l'augmentation de la distance à la périphérie du parc. Cependant, la variable distance à la zone de présence humaine permanente a un coefficient bêta négatif suivant les différents modèles. Ce qui implique une augmentation de la probabilité de présence du céphalophe zébré autour des zones de présence permanente humaine dans le Parc national de Taï.

Tableau 1 : Comparaison des modèles susceptibles d'expliquer la distribution du céphalophe zébré au Parc national de Taï

Modèle	Variables	AIC	Delta AIC	Poids d'AIC
Modèle 1	V1, V2 et V4	1442,74	0,00	0,606
Modèle 2	V1, V2, V4 et V5	1444,70	1,96	0,2274
Modèle 3	V1, V2, V3, V4 et V5	1445,34	2,60	0,1652
Modèle 4	V1 et V4	1454,90	12,16	0,0014
Modèle 5	V4	1474,00	31,26	0
Modèle 6	V1	1485,10	42,36	0
Modèle 7	V2	1485,96	43,22	0
Modèle 8	V5	1487,45	44,71	0
Modèle 9	Aucune variable	1489,50	46,76	0
Modèle 10	V3	1490,86	48,12	0

V1 : Distance au cours d'eau le plus proche, V2 : Distance à la périphérie, V3 : Taux d'indices de braconnage, V4 : Distance à la zone de présence permanente humaine, V5 : Présence d'arbres fruitiers

Tableau 2 : Coefficients bêta des prédicteurs de la distribution du céphalophe zébré dans le Parc national de Taï suivant les modèles M1 et M2

Variable	Coefficient bêta M1	Erreur standard	Min	Max	Coefficient bêta M2	Erreur standard	Min	Max
V1	0,07	0,05	-0,03	0,18	0,07	0,05	-0,03	0,18
V2	0,11	0,03	0,04	0,19	0,11	0,03	0,04	0,19
V4	-0,06	0,01	-0,09	-0,03	-0,06	0,01	-0,09	-0,03
V5	NA	NA			-0,07	0,35	-0,77	0,63

NA : variable non-appliquée dans le modèle ; Min : minimum ; Max : maximum

4.2 Prédicteurs de la distribution du céphalophe de Jentink : Pour la distribution du céphalophe de Jentink au Parc national de Taï, les modèles M1, M2, M3, M4 et M5 induisant les variables distance au cours d'eau le plus proche (V1), distance à la périphérie (V2) et taux d'indices de braconnage (V3), ont des « delta AIC » inférieurs à deux. Mais, nous constatons la présence du modèle nul M4 (aucune variable) parmi ces modèles (Tableau 4). Ce qui signifierait qu'aucune variable explicative présélectionnée dans notre étude n'influence la distribution du céphalophe de Jentink dans le PNT. Après analyse des modèles ayant des « delta AIC » inférieurs à deux (M1, M2 et M3) et situé au-dessus du modèle nul (M4), nous remarquons que les signes des bornes des intervalles de confiance de chaque variable diffèrent. Autrement dit, le coefficient beta de chaque variable est encadré par un intervalle de confiance dont les signes des bornes sont opposés. Ce qui implique toujours que ces variables n'ont aucun effet sur la distribution du céphalophe de Jentink (Tableau 4).

Tableau 4 : Comparaison des modèles susceptibles d'expliquer la distribution du céphalophe de Jentink au Parc national de Taï

Modèle	Variables	AIC	Delta AIC	Poids d'AIC
Modèle 1	V3	1664,05	0	0,2002
Modèle 2	V1 et V3	1664,31	0,26	0,1758
Modèle 3	V1	1664,5	0,45	0,1598
Modèle 4	Aucune variable	1664,66	0,61	0,1475
Modèle 5	V1, V2 et V3	1665,91	1,86	0,079
Modèle 6	V2	1666,08	2,03	0,0725
Modèle 7	V4	1666,42	2,37	0,0612
Modèle 8	V5	1666,52	2,47	0,0582
Modèle 9	V1, V2, V3 et V4	1667,63	3,58	0,0334
Modèle 10	V1, V2, V3, V4 et V5	1669,62	5,57	0,0124

V1 : Distance au cours d'eau le plus proche, V2 : Distance à la périphérie, V3 : Taux d'indices de braconnage, V4 : Distance à la zone de présence permanente humaine, V5 : Présence d'arbres fruitiers

Tableau 5 : Coefficients bêta des prédicteurs de la distribution du céphalophe de Jentink dans le Parc national de Taï suivant les modèles M1 et M2

Variable	Co bêta M1	Er stand	Min	Max	Co bêta M2	Er stand	Min	Max	Co bêta M3	Er stand	Min	Max
V1	NA	NA			0,07	0,07	-0,06	0,2	0,08	0,08	-0,07	0,23
V3	0,98	0,89	-0,76	2,72	0,94	0,87	-0,76	2,64	NA	NA		

NA : variable non-appliquée dans le modèle ; Co : Coefficient ; Er stand : Erreur standard ; Min : minimum ; Max : maximum

4.3 Distribution prédictive du céphalophe zébré : En utilisant les résultats issus des modèles expliquant la distribution du céphalophe zébré, nous avons établi la carte de distribution prédictive de cette espèce au PNT (Figure 2). Cette carte présente deux grandes zones de distribution du céphalophe zébré. La première se situe au centre du parc à l'Est du CRE (Centre de Recherche en Écologie) et ne

recouvre que partiellement la zone de recherche en écologie. La deuxième zone se situe dans la partie Sud du parc, à l'Est de la zone d'écotourisme de Djouroutou. L'on note un contact entre les deux zones de distribution du céphalophe zébré dans la partie médiane du parc. Les parties Nord et Est du PNT sont les zones à faible déetectabilité du céphalophe zébré. De façon générale, la probabilité de présence du

céphalope zébré est importante vers la bordure Ouest du parc, contrairement à la bordure Est.

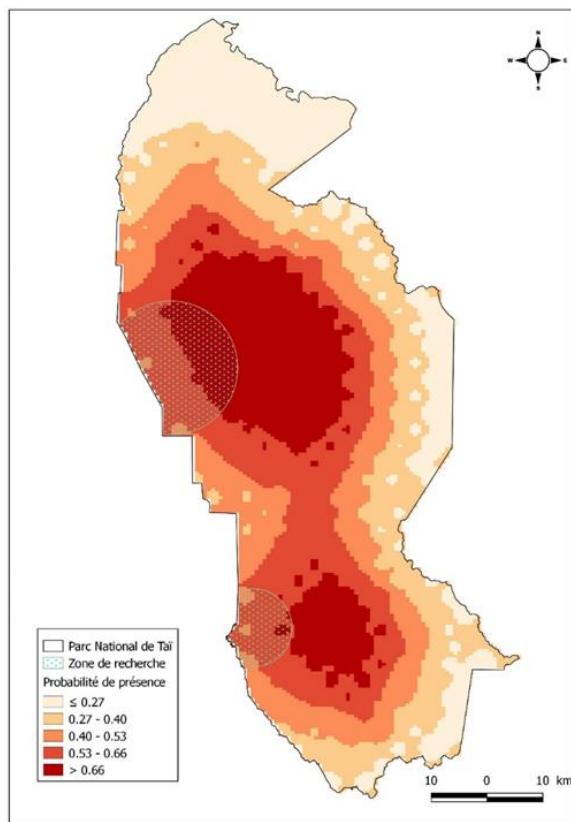


Figure 2 : Carte de distribution prédictive du céphalope zébré au Parc national de Taï

4.4 Distribution prédictive du céphalope de Jentink : Suivant les données issues du modèle nul impliquant qu'aucune variable n'influence la distribution du céphalope de Jentink, nous avons générée la carte de distribution prédictive de cette espèce

au Parc national de Taï (Figure 3). Sur cette carte, le céphalope de Jentink a été détecté quasiment sur toute la surface du Parc national de Taï. Par ailleurs, nous avons des zones à forte détectabilité dans la partie Sud du PNT.

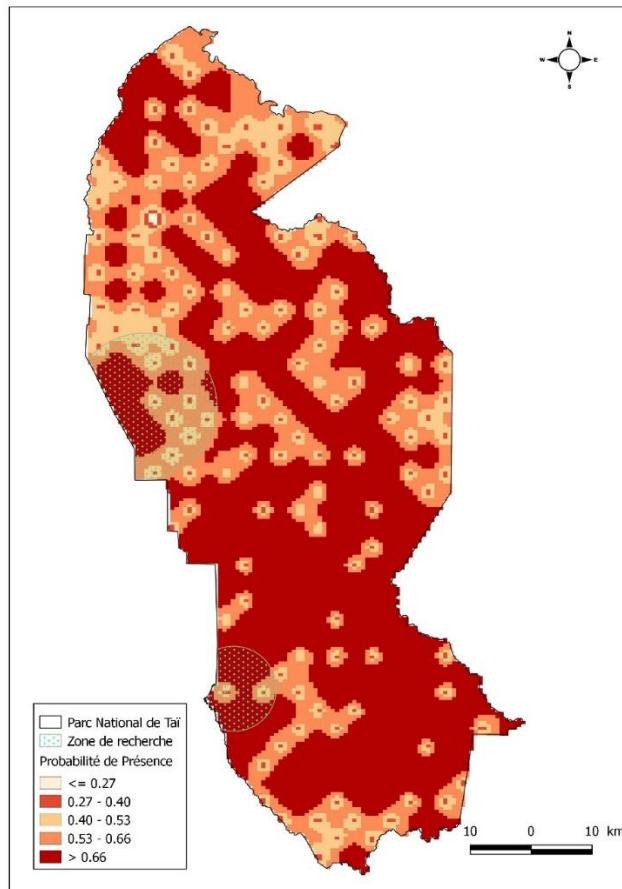


Figure 3 : Carte de distribution prédictive du céphalophe de Jentink au Parc national de Taï

5 DISCUSSION

L'analyse des facteurs influençant la distribution du céphalophe zébré au PNT montre deux variables impliquées. Il s'agit de la distance à la zone de présence permanente humaine (le Centre de Recherches en Écologie et de la zone d'écotourisme de Djouroutou) et la distance à la périphérie. La distance à la zone de présence permanente humaine a une influence positive sur la présence du céphalophe zébré dans notre étude. Ainsi, la probabilité de présence du céphalophe zébré est élevée dans la zone de présence permanente humaine, ce qui montre la contribution de cette zone à la réduction des facteurs de pression sur le céphalophe zébré au Parc national de Taï. Ce constat corrobore ceux de Campbell et al. (2011) ; Kely (2020) et N'Goran et al. (2020) qui avaient constaté que la présence quasi permanente des chercheurs et des

éco-guides dans cette zone constituait un facteur de dissuasion des braconniers et autres exploitants illégaux du parc, et de facto une zone de protection des animaux (Campbell et al., 2011 ; N'Goran et al., 2012 ; Kely, 2020 et N'Goran et al., 2020). Bien que nos études aient révélé que la proximité de la zone de présence permanente humaine a un impact positif sur la présence du céphalophe zébré, nous avons constaté une différence dans la distribution du céphalophe zébré entre la zone de recherche en écologie et la zone d'écotourisme de Djouroutou. En effet, la distribution du céphalophe zébré couvre partiellement la zone de recherche tandis qu'elle se situe à l'Est de la zone d'écotourisme. Ce constat pourrait se justifier par le fait que la zone de recherche en écologie soit plus grande en superficie et plus

fréquentée par plusieurs espèces de mammifères du PNT. Ce qui engendre des alliances poly-spécifiques qui favorisent la lutte contre leurs prédateurs et la facilité dans la recherche des ressources alimentaires dans cette zone (Jenny et Zuberbuhler, 2005). La périphérie du parc a une influence négative sur la probabilité de présence du céphalophe zébré. Ainsi, les PP installés proche de la périphérie ont moins de chance de détecter le céphalophe zébré que ceux installés loin de la périphérie. Cette observation pourrait s'expliquer par le fait que la périphérie représenterait une zone dont l'impact des activités anthropiques est important notamment le braconnage, les activités agricoles, l'orpailage et la collecte des produits forestiers non ligneux (Bogui et al., 2016 ; Diarrassouba et al., 2019 et Kely, 2020). Ces activités sont reconnues comme ayant un impact négatif sur la présence des céphalophes (Diarrassouba et al., 2019). La périphérie s'est également révélée comme un prédicteur majeur dans la distribution de l'hippopotame pygmée (Bogui et al., 2016), des céphalophes (Diarrassouba et al., 2019), des éléphants (Kely, 2020), des primates (N'Goran et al., 2012) au PNT avec une influence négative. Malgré ce constat, nous remarquons une forte probabilité de détection du céphalophe zébré à la périphérie Ouest du PNT. Outre la présence de la zone de présence permanente humaine (zone de recherche en écologie et zone d'écotourisme), cette périphérie Ouest a été indiquée comme celle qui a un faible taux de concentration des activités illégales par rapport à la périphérie Est (Diarrassouba et al., 2019 ; Kablan, 2019). Quant au céphalophe de Jentink, nos résultats ont révélé qu'aucun facteur présélectionné pour cette étude n'influence la distribution de cette espèce. Nos résultats diffèrent de ceux de Newing (2001) ; Tiedoué et al. (2018) et Diarrassouba et al. (2019). En effet, selon les travaux de Newing (2001) menés au Libéria, la chasse avait un effet négatif sur la probabilité de rencontre du céphalophe de Jentink. Pour Tiedoué et al., (2018), les activités humaines avaient une influence négative sur la distribution des céphalophes au Parc national de

Taï et pour Diarrassouba et al. (2019), l'influence combinée du braconnage, des activités agricoles, de l'orpailage artisanal illégal et de la distance à la limite du parc réduit la probabilité de détection du céphalophe de Jentink dans le PNT. Cette différence entre nos résultats et ceux des auteurs cités pourrait être due à la différence de méthodologie utilisée lors de la collecte de données. En effet, tous ces auteurs ont eu recours à la méthode d'observation directe sur transects linéaires. Pourtant cette méthodologie est d'une part, difficilement praticable les nuits et d'autre part, favorise une perturbation du milieu lors du parcours des transects, ce qui limite la détection des espèces surtout rares et discrètes (Tiedoué et al., 2018 et Diarrassouba et al., 2019). Le céphalophe de Jentink peut, alors, être abondamment présent dans son habitat mais le faible taux de détectabilité nous ferait croire qu'il est influencé négativement par des activités anthropiques illégales. L'analyse de la carte de distribution prédictive du céphalophe zébré au PNT, laisse apparaître deux grandes zones à fortes concentration. Il s'agit de l'Est de la zone de recherche en écologie et l'Est de la zone d'écotourisme de Djouroutou. Ces résultats corroborent ceux de Diarrassouba et al. (2019). En effet, selon les travaux de ces auteurs, le céphalophe zébré est confiné dans la partie centrale du PNT qui correspond à la limite initiale selon le décret de création de 1972. Ce confinement serait dû au fait que cette partie du parc ait conservé sa couverture forestière primaire d'origine car elle n'a jamais été sujette d'exploitation forestière. Cependant, notre étude montre que la distribution du céphalophe zébré au PNT, présente un gradient Est-Ouest, avec une forte détectabilité à l'Ouest. Un tel gradient a été observé avec d'autres espèces au PNT, notamment l'ensemble des singes à queue (N'Goran et al., 2012), l'hippopotame pygmée (Bogui et al., 2016) et les éléphants (Kely, 2020). En outre, Hoppe-Dominik et al. (2011) ont montré que la densité des crottes de grands mammifères en général, présentait de forts gradients Est-Ouest. Selon Bogui et al. (2016) et Diarrassouba et al. (2019), ces constats seraient

dus au grand nombre d'infrastructures, à la densité élevée de la population humaine et à l'existence de grandes villes à l'Est du parc, contrairement à l'Ouest. Concernant le céphalophe de Jentink, la carte de distribution prédictive montre que cette espèce est quasiment représentée sur toute l'étendue du Parc national de Taï. Ce constat diffère de celui des travaux de Diarrassouba et al. (2019). Les résultats de ces chercheurs montrent que le céphalophe de Jentink tout comme le céphalophe zébré reste inféodé à la partie centrale du parc qui demeure originelle. Par ailleurs, en considérant toutes les espèces de céphalophes du PNT, les travaux menés par la WCF en 2010 et la phase 12 du biomonitoring de l'OIPR tenue entre 2016 et 2017, les céphalophes sont observables sur toute

la surface du PNT (WCF, 2010 et Tiedoué *et al.*, 2018). En effet, les données de ces résultats sont majoritairement basées sur les observations indirectes et elles ont été recueillies dans la journée. Ce qui serait difficile pour eux d'avoir des données fiables sur le céphalophe de Jentink qui est une espèce très discrète (Newing, 2001). Cependant, nous constatons des zones à fortes détectabilité du céphalophe de Jentink au Sud du Parc national de Taï. Cela serait dû à l'élévation de l'altitude dans cette partie du parc, qui est constituée de terrains accidentés. Ce constat a été révélé par les résultats de Kely (2020) qui considère ces terrains difficiles d'accès pour les braconniers et autres exploitants illégaux du parc. Le céphalophe de Jentink s'y refugierait, car les menaces y seraient moindres.

6 CONCLUSION

Au terme de ces travaux, il ressort que le céphalophe zébré au Parc national de Taï, se rencontre essentiellement dans deux grandes zones du parc. La première zone la plus importante est située à l'Est de la zone de recherche en écologie et la seconde également à l'Est de la zone d'écotourisme. Les parties Nord et Est du parc sont les zones à faibles détectabilité du céphalophe zébré. De façon générale, la distribution du céphalophe zébré est plus importante vers la bordure Ouest du parc. Les facteurs qui influencent cette distribution au PNT sont la distance à la zone de permanence humaine et la distance à la périphérie du parc.

7 REMERCIEMENTS

Nous voudrions remercier les institutions qui ont permis la réalisation de ce travail. Il s'agit notamment de l'Office Ivoirien des Parcs et Réserves (OIPR) pour avoir fourni les différents permis et faciliter l'accès au Parc national de Taï. Nos remerciements vont également à l'endroit de la Wild Chimpanzee Foundation (WCF) et de l'Agence Américaine pour le Développement

Quant à la distribution du céphalophe de Jentink, cette espèce est observée presque sur toute l'étendue du Parc national de Taï. Nous constatons, néanmoins, des zones à fortes détectabilité dans la partie Sud du PNT. L'analyse de nos données révèle qu'aucun facteur présélectionné pour cette étude n'influence la distribution de cette espèce de céphalophe. Cette étude fournit particulièrement des informations qui concourent à la gestion efficace de deux céphalophes (*Cephalophus zebra* et *Cephalophus jentinki*) menacés d'extinction et endémiques pour la région de l'Ouest de la Sierra Léone jusqu'au Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire.

International (USAID) pour leur appui financier, matériel et technique qui ont permis la collecte et à l'analyse des données de terrain. Nous remercions également, d'une part, tous les auxiliaires villageois qui ont aidé à collecter les données sur le terrain, et d'autre part, toutes les personnes qui ont aidé à la mise en place de la base de données.

8 REFERENCES

Ahumada JA, Hurtado J. et Lizcano D : 2013.
Monitoring the Status and Trends of

- Tropical Forest Terrestrial Vertebrate Communities from Camera Trap Data: A Tool for Conservation, 8: 6-9.
- Akaike H: 1974. A new-look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on automatic control*, 19: 716-723.
- Allport G, Boesch C, Couturier G, Esser J, Merz G. et Piart J : 1994. La faune. In : Vooren, E.P. et Guillaumet, J.L. (Eds). Le Parc National de Taï, Côte d'Ivoire. Pays-Bas, Tropenbos série 8. 98 pages.
- Ancrenaz M, Andrew JH, Ross J, Sollmann R. et Wilting A : 2012. Handbook for wildlife monitoring using camera-traps. BBEC II Secretariat publication, Kota Kinabalu, Malaisie. 57 pages.
- Bezerra BM, Bastos M, Souto A, Keasey MP, Eason P, Schiel N. et Jones G : 2014. Camera trap observations of nonhabituated critically endangered wild blonde capuchins, *Sapajus flavius* (formerly *Cebus flavius*). *International Journal of Primatology*. 35: 865-907.
- Bogui EB, Koffi AD, Koné I, Ouattara K. et Yao C: 2016. Distribution of Pygmy hippopotamus (*Choeropsis liberiensis*) in Taï National Park, Ivory Coast: Influences of natural and anthropogenic factors. *International Journal of Research in Biosciences*. 5: 27-35.
- Bowler MT, Tobler MW, Endress BA, Gilmore MP. et Anderson MJ: 2017. Estimating mammalian species richness and occupancy in tropical forest canopies with arboreal camera traps. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*. 3: 146-157.
- Bridges AS, Vaughan MR. et Klenzendorf S: 2004. Seasonal variation in American black bear Ursus americanus activity patterns: quantification via remote photography. *Wildlife Biology*. 10 : 277-284.
- Brou YT: 2009. Impacts des modifications bioclimatiques et de l'aménagement des terres forestières dans les paysanneries ivoiriennes : quelles solutions pour une agriculture durable en Côte d'Ivoire. *Cuadernos Geográficos*. 45: 13-29.
- Buckland TS, Anderson RD, Burnham KP, Laake JL, Borchers DL. et Thomas L: 2001. Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Campbell G, Kuehl H, Diarrassouba A, N'Goran PK. et Boesch C: 2011. Long-term research sites as refugia for threatened and over-harvested species. *Biology letters*. 7: 723-726.
- Cappelle N, Boesch C, Lyne M, Einspanner D, Kühl HS. et Howe EJ : 2019. Validating camera trap distance sampling for chimpanzees. *American Journal of Primatology*, (January). 2 : 1-9.
- Chatelain C, Kadjo B, Koné I. et Refisch J : 2001. Relations Faune-Flore dans le Parc National de Taï : une étude bibliographique. Tropenbos-Côte d'Ivoire. 166 pages.
- Diarrassouba A, Gnagbo A, Kouakou CY, Campbell G, Tiedoué MR, Tondossama A, Kühl HS. et Koné I: 2019. Differential response of seven duiker species to human activities in Taï National Park, Côte d'Ivoire. *African Journal of Ecology*. 3: 1-11.
- Gómez H, Wallace RB, Ayala G. et Tejada R: 2005. Dry season activity periods of some Amazonian mammals. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 40: 91-95.
- Hacker JE, Cowlishaw G. et Williams PH: 1998. Patterns of African primate diversity and their evaluation for the selection of conservation areas. *Biological Conservation*. 84 : 251-262.
- Hedwig D, Kienast I, Bonnet M, Curran BK, Courage A. et Boesch C: 2018. A camera trap assessment of the forest mammal community within the transitional savannah-forest mosaic of the Batéké Plateau National Park, Gabon. *African Journal of Ecology*.



- Hines JE: 2006. Presence software to estimates patch occupancy rates and related parameters. Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, Maryland. www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/presence.html.
- Hoppe-Dominik B, Kühl HS, Radl G. et Fischer F: 2011. Longterm monitoring of large rainforest mammals in the biosphere reserve of Taï National Park, Côte d'Ivoire. *African Journal of Ecology*. 49: 450-458.
- Howe EJ, Buckland ST, Després-Einspenner ML. et Kühl HS: 2017. Distance sampling with camera traps. *Methods in Ecology and Evolution*. 8: 1558-1565.
- Jenny D. et Zuberbuhler K: 2005. Hunting behaviour in West African forest leopards. *African Journal of Ecology*. 43 : 197-20
- Kablan YA : 2019. Impact des mesures de surveillance sur la distribution de quelques grands mammifères au Parc National de Taï (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, UFR Biosciences, Université de Cocody, Côte d'Ivoire. 139 pages.
- Kely MR, Kouakou CY, Béné KJ-C, Koffi AD, N'Guessan A. et Tiedoué MR: 2019. Spatial distribution and period of activity of the forest elephant (*Loxodonta africana cyclotis*) at Taï National Park, south western Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*. 133 : 13542-13551.
- Kely MR : 2020. Distribution, abondance, structure sociale et activité de l'éléphant de forêt (*Loxodonta africana cyclotis* Matschie, 1900) au Parc National de Taï (sud-ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, UFR Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire. 134 pages
- Kely MR, Kouakou CY, Béné KJ-C, Tiedoué MR, Diarrassouba A, Tondossama A, Hjalmar SK. et Waltert M: 2021. Research and tourism affect positively the occupancy pattern of *Loxodonta cyclotis* (Elephantidae) in Taï National Park, Côte d'Ivoire. *Nature Conservation Research*.
- Kouakou CY, Boesch C. et Kuehl H: 2009. Estimating chimpanzee population size with nest counts: Validating methods in Taï National Park. *American Journal of Primatology*. 71 : 447-457.
- Lauginie F: 2007. Conservation de la nature et aires protégées en Côte d'Ivoire. CEDA/NEI, Abidjan, Côte d'Ivoire. 668 pages.
- Myers NR, Mittermeier G, Da Fonseca AB. et Kent J : 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 403: 853-858.
- Nakashima Y: 2015. Inventorying medium- and large-sized mammals in the African lowland rainforest using camera trapping. *Tropics*. 23:151-164.
- Newing H: 2001. Bushmeat hunting and management: Implications of duikers ecology and interspecific competition. *Biodiversity and Conservation*. 10 : 99-118.
- N'Goran NSP, Cappelle N, Bitty EA, Normand E. et Kablan YA : 2020. Détermination par caméra piège des périodes d'activité de quelques mammifères terrestres au Parc National de Taï. *International Journal Biological and Chemical Sciences*. 14 : 1673-1688.
- Tiedoué MR, Koné SS, Diarrassouba A. et Tondossama A : 2018. État de conservation du Parc national de Taï : Résultats du suivi écologique, Phase 12. Office Ivoirien des Parcs et Réserves/Direction de Zone Sud-Ouest. Soubéré, Côte d'Ivoire. 37 pages.
- Tiedoué MR, Diarrassouba A. et Tondossama A : 2020. État de conservation du Parc national de Taï : Résultats du suivi écologique, Phase 14. Office Ivoirien des Parcs et Réserves/Direction de Zone Sud-Ouest. Soubéré, Côte d'Ivoire. 41 pages.
- OIPR (Office Ivoirien des Parcs et Réserves) : 2014. Plan d'aménagement et de gestion du Parc National de Taï, Patrimoine



- mondial-Réserve de Biosphère 2014-2018. Abidjan, Côte d'Ivoire. 130 pages.
- Plumptre AJ. et Reynolds V : 1997. Nesting behavior of chimpanzees: Implications for censuses. *International Journal of Primatology*. 18: 475-485.
- Rödel M. et Ernst R: 2004. Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. I. An evaluation of methods with recommendations for standardization. *Ecotropica*. 10 :1-14.
- Scouppé M : 2011. Composition floristique et diversité de la végétation de la zone est du Parc National de Taï (Côte d'Ivoire). Thèse de Master. Université de Genève. 194 pages.
- Silveira L, Jacomo ATA. et Diniz-Filho JAF : 2003. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation, 114, 351-355.
- Vine SJB, Crowther MSC, Lapidge SJ, Dickman CR, Mooney N, Piggott MPG. et English AW: 2009. Comparison of methods to detect rare and cryptic species: A case study using the red fox (*Vulpes vulpes*). *Wildlife Research*. 36: 436-446.
- Wagenmakers EJ. et Farrell S: 2004. AIC model selection using Akaike weights. *Psychonomic bulletin & review*. 11 : 192-196.
- WCF (Wild Chimpanzee Foundation) : 2010. Rapport des études spécifiques et de biomonitoring dans certains Parcs Nationaux et Forêts Classées de Côte d'Ivoire et du Liberia. Côte d'Ivoire. 39 pages.