

ÉTAT DE CONSERVATION ET RISQUES ÉCOLOGIQUES DU COLOBE OLIVE AU SUD-BÉNIN DANS LE CONTEXTE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

R. CHABI OTA**, S. DJOSSOU DJEGO*, T. LOUGBEGNON***, J. DJEGO** & B. SINSIN**

**Département de Zoologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.*

Email : djegosyl@yahoo.fr

*** Laboratoire d'Ecologie Appliquée, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.*

****École de Foresterie Tropicale, Université Nationale d'Agriculture, Kétou, Bénin.*

RÉSUMÉ

La connaissance de l'état de conservation de la faune mammalienne notamment celle des primates s'avère nécessaire pour une conservation durable de ce modèle animal. Réparti sur toute la Côte Ouest africaine, le colobe olive apparaît comme le singe le moins étudié dans toute son aire de distribution. La présente étude conduite de mai à juillet 2021 se propose d'améliorer les connaissances liées au colobe olive par une évaluation de son état de conservation au Sud-Benin et des risques écologiques qui pèsent sur l'espèce dans le contexte des changements climatiques. De manière spécifique, l'étude cherche à i) identifier la taille des groupes de colobe olive dans son aire de distribution au sud-est du Bénin, ii) à déterminer les caractéristiques des habitats iii) et enfin à identifier les risques écologiques qui prédéterminent la présence de l'espèce.

A cet effet, des sentiers linéaires de 500 m à 2 km ont été empruntés plusieurs fois par jour dans les habitats probables de l'espèce. Les données d'observations et un raisonnement sur la base des faits ont permis d'identifier les risques écologiques tandis que le SIG a permis de caractériser la distribution des habitats. Les prospections ont confirmé la présence du colobe olive dans la forêt marécageuse de Lokoli, les îlots forestiers de Domè et de Mahéssou avec un taux de rencontre moyen de 0,09 groupe/km. La taille des groupes a varié entre 2 à 6 individus sur les sites de Lokoli, Go et Domè et atteint 10-15 individus sur le site de Mahéssou faisant de ce site, le noyau de la population du colobe olive au sud-est du Bénin. L'habitat correspondant est caractérisé par des marais, des formations primaires et secondaires marécageuses où le colobe olive est observé en groupes polyspécifiques avec *Cercopithecus mona* et *Cercopithecus e. erythrogaster*. Les risques écologiques liés au climat étaient la variation de température et de précipitation (70 %) tandis que les risques liés aux activités anthropiques étaient principalement, la destruction et la fragmentation de l'habitat (respectivement 90 % et 65 %) exposant de ce fait les ressources alimentaires (80 %) et en eau (70 %) du colobe olive. La conservation durable du colobe olive passe par l'éducation, la restauration d'habitats et la création des corridors écologiques.

Mots-clés : colobe olive, risques écologiques, changement climatique, écologie, Bénin.

CONSERVATION STATUS AND ECOLOGICAL RISKS OF OLIVE COLOBUS MONKEY IN CLIMATE CHANGE CONTEXT IN SOUTHERN BENIN

ABSTRACT

Knowledge of the conservation status of mammalian fauna, particularly primates, is essential for the sustainable conservation of this animal model. Spread across the entire West African coast, the olive colobus appears to be the least studied monkey throughout its distribution range. This study, conducted from May to July 2021, aims to improve knowledge related to the olive colobus by assessing its conservation status in Southern Benin and the ecological risks facing the species in the context of climate change. Specifically, the study seeks to i) identify the size of olive colobus groups in its distribution area in southeastern Benin, ii) determine habitat characteristics, and iii) assess the ecological risks that predetermine the species' presence.

To this end, linear trails of 500 m to 2 km were traversed multiple times a day in probable species habitats. The results of the surveys, observation data, and reasoning based on facts helped assess ecological risks, while GIS (Geographic Information System) was used to characterize habitat distribution. Surveys confirmed the presence of the olive colobus in the swamp forest of Lokoli and the forest patches of Domè and Mahéssou, with an average encounter rate of 0.09 group/km. Group sizes varied between 2 and 6 individuals

at the Lokoli, Go, and Domè sites, reaching 10-15 at the Mahèssou site, making it the core population area of the olive colobus in southeastern Benin. The corresponding habitat is characterized by marshes and primary and secondary swampy formations where the olive colobus is observed in polyspecific groups with *Cercopithecus mona* and *Cercopithecus e. erythrogaster*. Climate-related ecological risks included temperature and precipitation variation (70%), while risks associated with human activities were mainly habitat destruction and fragmentation (90% and 65% respectively), thereby exposing the food (80%) and water resources (70%) of the olive colobus. For the sustainable conservation of the olive colobus, efforts should focus on education, habitat restoration, and the creation of ecological corridors.

Keywords: olive colobus, ecological risks, climate change, ecology, Benin.

INTRODUCTION

La faune constitue l'une des composantes principales des écosystèmes forestiers. La déforestation et la dégradation sont les principales menaces qui pèsent sur cette faune. Ces menaces se produisent lorsque les forêts sont converties à des fins non forestières, telles que l'agriculture et la construction de routes (UICN, 2021). À l'échelle mondiale, la perte d'habitats et leur fragmentation représentent la plus grande menace à la faune et ils sont responsables de nombreuses extinctions récentes (Raymond-Bourret, 2017). Malgré une abondante littérature concernant ces impacts sur l'abondance et la diversité des espèces, ces conséquences à l'échelle des processus écologiques et évolutifs restent relativement méconnues (Vieilledent *et al.*, 2020 ; Perrin 2021 ; Kpula *et al.*, 2021). L'Afrique présente le taux annuel net le plus élevé de recul de la forêt en 2010–2020 avec 3,9 millions d'hectares. Le taux de perte forestière nette a augmenté au cours de trois décennies depuis 1990 (FAO, 2020). Dès lors, les conséquences sont énormes sur la nature en occurrence la biodiversité faunistique. Ainsi, parmi les 38.500 espèces menacées d'extinction dans le monde ; les mammifères représentent 26 % (UICN, 2021). Parmi eux, 60 % des espèces de primates sont en danger d'extinction et 75 % sont impactées directement par les activités humaines et pourraient disparaître en 25 à 50 ans (Couette, 2020). En Afrique, les colobes sont répartis dans la zone occidentale avec les espèces de colobes blanc noir, le colobe olive et les colobes rouges dont plusieurs sous-espèces sont connues. Depuis 2020, un groupe de travail du « Red *Colobus* Conservation Action Plan » (ReCAP) signale que les colobes rouges ou bais du genre *Poliocolobus* sont très menacés. Déjà, 17 espèces sont classées menacées et inscrites sur la liste rouge de l'UICN (Wallis, 2023). Parmi elles, cinq espèces sont classées comme en danger critique d'extinction. Deux sous-espèces de *Poliocolobus* sont probablement éteintes (Oates *et al.* 2000) : *Poliocolobus pennantii bouvieri* redécouvert en 2015 après 30 ans de contacts infructueux et *Poliocolobus badius waldroni* dont aucun contact n'a été réalisé jusqu'en 2020. Les autres espèces de colobes notamment le colobe olive figure aussi au rang des espèces menacées et classé dans la catégorie d'espèce vulnérable lors de la dernière évaluation (Oates *et al.*, 2020 ; Wallis, 2023) mais en danger au Bénin (Djègo-Djossou, 2018).

Au-delà des pressions humaines souvent signalées, les changements climatiques exacerbent la vulnérabilité des primates. Les scénarii prédisent que les terres primaires disparaîtront dans l'ensemble de l'aire de répartition

des primates, tandis que les terres secondaires (habitats perturbés) augmenteront jusqu'à 98 % ; 86 %. Les aires de répartition des primates sont susceptibles d'être exposées à des augmentations maximales de température supérieure à 3 ° C sous les scénarii pessimistes (Carvalho *et al.*, 2019 ; Hill & Winder, 2019 ; Chapman *et al.*, 2010 ; Korstjens & Hillyer, 2016). Toutes ces menaces impactent les tailles des populations et compromettent la viabilité de certaines espèces arboricoles et folivores comme les colobes (Arroyo-Rodriguez *et al.*, 2013 ; Korstjens & Hillyer, 2016). La présente étude se propose d'évaluer l'état de conservation du colobe olive, un petit singe au comportement particulier et d'identifier les risques écologiques qui pèsent sur la population que l'on rencontre au sud du Bénin.

MILIEU D'ETUDE

L'étude a été réalisée au sud-Bénin dans 3 communes administratives à savoir la commune de Zogbodomey, la commune de Zè) toutes situées dans le département de Zou et la commune de Toffo dans le département de l'Atlantique. Les investigations ont été menées dans le secteur Est de la RNIE 2 (Route Nationale Inter-Etat 2). La Figure 1 présente cette zone d'étude ainsi que les localités prospectées.

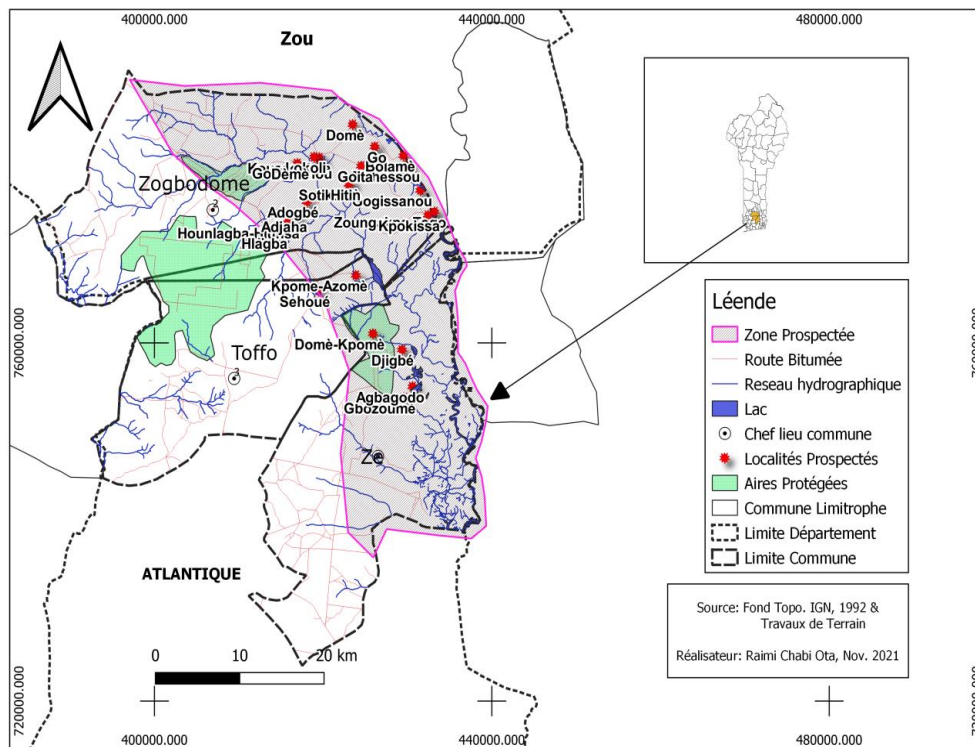


Figure 1. Milieu d'étude et les localités prospectées

Relief : la zone d'étude est une zone de plateau de faible altitude (27 m) abritant l'ensemble des formations forestières principalement celles communautaires de Zogbodomey, Toffo, et Zè.

Sols : ce sont des sols hydromorphes et submergés toute l'année, avec un engorgement quasi-permanent et ont une texture limono-argileuse dominée par la montmorillonite avec des tourbes par endroits, le tout reposant sur des alluvions (Ahossin, 2021 ; Kanhonou, 2012). Dans la commune de Zè, on rencontre la terre de barre de teinte rouge et servant de support à toutes les cultures pluviales. Les sols hydromorphes à horizon superficiel gris assez riche constituent le substrat des plans d'eau et des bas-fonds observés à Djigbé (Kanhonou, 2012). Les sols des sites de Agbagodo, Sehoué, Djigbé ont les mêmes caractéristiques que celles de la commune.

Hydrographie : La commune de Zogbodomey est traversée dans la région de la forêt de Lokoli par la rivière Hlan, affluent du fleuve Ouémé, qui prend sa source à Cana et arrose de façon permanente la forêt. Quant aux sites de Mahèssou, Go et Agoïta, ils sont traversés par la rivière Tohoué, affluent du fleuve Zou qui engorge le milieu pendant la saison pluvieuse.

Climat : Un climat tropical humide ou climat subéquatorial à quatre saisons d'inégale durée (2 saisons de pluies alternant avec 2 saisons sèches) influence la zone d'étude. La moyenne pluviométrique annuelle est de l'ordre de 1128 mm et la température moyenne annuelle varie de 25 à 29°C.

Végétation : La commune de Toffo est composée en grande partie de savanes herbacées et arbustives. Elle est parsemée de reliques de forêts et de plantations. Dans le secteur de Agbagodo, le milieu est très dégradé et les formations naturelles sont quasi- inexistantes. Elles sont remplacées par des plantations de palmier à huile, de Teck (*Tectona grandis*), la zone reboisée de l'ONAB d'une superficie de 4882,1 ha en *Tectona grandis*. La plantation de l'ex projet « bois de feu » de 2330 ha (Kanhonou, 2012). En ce qui concerne la végétation de Lokoli, les inventaires floristiques de Dan (2003) ont permis de recenser plus de 115 espèces végétales avec un peuplement de *Raphia hookeri*. Les sites de Domè, Agoïta, Gohissanou, Mahèssou abritent des forêts inondables dégradées à la lisière mais à l'intérieur se développe une formation sempervirente.

Faune : La faune de la zone d'étude est très diversifiée. Plusieurs groupes taxonomiques y sont retrouvés : mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens, poissons et insectes. Au rang de la grande faune mammalienne, les primates sont bien représentés. Le singe Mona (*Cercopithecus mona*), le colobe de Geoffroy (*Colobus vellerosus*), le colobe olive (*Procolobus verus*), le singe à ventre rouge (*Cercopithecus erythrogaster erythrogaster*) vivent en communauté dans ces formations forestières (Djègo-Djossou, 2013).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel

Le colobe olive (*Procolobus verus*), espèce vulnérable (Wallis, 2023), représentait le matériel biologique. Les observations ont été faites sur des individus habitués plus ou moins à la présence humaine.

Pour mener à bien la collecte des données, plusieurs outils de terrain ont été utilisés à savoir un GPS Garmin Etrex, une paire de jumelles Bushnell 10X42, un appareil photographique, des fiches d'enquête, des fiches de recensement des données d'observation, et un dépliant d'illustrations du colobe olive et d'autres singes communs pour faciliter la communication avec les enquêtés.

Méthodes

Données collectées

Les données collectées sont de diverses natures à savoir :

- Les données climatiques : hauteurs de pluie, ETP, températures (maximales et minimales) de 1941-2016 de la station synoptique de Bohicon.
- Les données démographiques et socio-économiques issues des Recensements Généraux de la Population et de l'Habitation (RGPH) de 1979, 1992, 2002 et 2013 organisés par l'Institut National de la Statistique et de Démographie (INsTaD) à l'échelle départementale, communale et de l'arrondissement au Bénin.
- Les données bioclimatiques sont téléchargées sur le site de worldclim.org.
- L'image satellitaire téléchargée sur le site de usgss. explorer
- Les données sociologiques et écologiques collectées sur le terrain.

Méthodologie de collecte et de traitement des données

Dans la zone d'étude, 51 km de prospections avaient eu lieu dans tous les habitats potentiels du colobe olive. Des sentiers linéaires de 500 m à 2 km ont été parcourus plusieurs fois par jour entre 6h:00 et 18h :00 sans retour en arrière (Goodwin *et al.*, 2020) afin d'identifier les groupes, enregistrer les points GPS de contact ainsi que les mouvements des groupes, estimer les tailles des groupes par comptage systématique.

Par ailleurs, les caractéristiques physiques de l'habitat à savoir état de couronne des arbres, diamètre et hauteur des arbres sur lesquels le groupe de singes était retrouvé ont été enregistrées.

Le logiciel QGIS V. 3.18 a permis de faire les traitements géographiques et les données de fréquence étaient converties en taux de rencontre (Linder & Oates 2011).

La formule suivante a été utilisée :

Taux de Rencontre (TR)= Nombre de contacts de l'espèce/distance parcourue.

Pour caractériser l'habitat de colobe olive, la carte d'occupation du sol (Chao *et al.* 2006) a été établie avec le SIG (Système d'Information Géographique), et l'image Sentinelle du 29/01/2020 téléchargée sur le site d'usgs.explorer. Cette image est soumise à la classification avec le plugin semi-automatique dans QGIS (Congedo, 2016). L'Indice Normalisé de la végétation a été calculé pour générer une image affichant la couverture végétale et les différents types d'occupation du sol. Cet indice repose sur le contraste des caractéristiques de deux canaux d'une scène satellite multispectrale : le canal rouge et le canal proche infrarouge (NIR). Cet indice permet de connaître l'intensité de la croissance végétale. L'indice de végétation est mesuré par la formule suivante $NDVI = \frac{IR-R}{IR+R}$ (Latour, 2017). Les observations directes sur le terrain ont permis de confirmer les résultats de classification et les types d'habitats occupés par le colobe olive.

Enfin, pour caractériser la vulnérabilité du colobe olive et identifier les risques écologiques liés aux activités humaines et à la variabilité climatique, la base de règle occupe une place stratégique, car c'est elle qui renferme toute la logique nécessaire à l'établissement des liens entre les paramètres et les éléments de la base de faits. De l'application de ces règles, va découler tout un raisonnement qui va aboutir à la caractérisation de la vulnérabilité (Amoussou *et al.*, 2010 ; Olivry, 2012). Le barème d'évaluation de l'ampleur de la vulnérabilité aux facteurs naturels et humains est celui utilisé par Amoussou *et al.* (2010), et il varie de 1 à 5 (1=faible, 2= Assez faible ; 3= Moyen ; 4= Assez fort (aggravation) et 5= fort (aggravation)).

Les indices d'exposition et d'impact sont calculés avec les formules suivantes :

IE (Indice d'Exposition) = niveau de sensibilité (Risque)/ le produit du nombre de classe *100.

II (Indice d'Impact) = niveau de sensibilité (ressources écologique) / le produit du nombre de classe* 100.

Pour évaluer le risque nous avons utilisé la formule de Vanderwildt (2014) qui se présente comme suit :

$R = P \times G$ où R= Risque, P= Probabilité d'occurrence et G= Gravité.

Par ailleurs, nous avons caractérisé l'exposition et la sensibilité de colobe olive et de quelques éléments de l'habitat aux facteurs anthropiques et climatiques. Le scénario climatique 8.5 (Carvalho *et al.* 2019) proposé par le GIEC (Groupe Intergouvernemental d'Experts du Climat) a été utilisé pour évaluer l'exposition de l'espèce afin de faire prendre conscience des effets des changements climatiques sur la biodiversité. Les données des activités anthropiques ont été issues des observations directes des signes des activités humaines et des témoignages des enquêtés. En ce qui concerne, les données climatologiques, l'évolution du climat de 1941 à 2016 (Vissin, 2007, Ahossin, 2021) grâce à l'analyse les données de pluie, de température et de l'évapotranspiration a été faite. Le logiciel Khronstat 1.0 avait permis de

détecter la rupture dans une série de variables. Dans cette étude, le test de Pettit a été utilisé. L'absence de rupture dans la série (Xi) de taille N constitue l'hypothèse nulle. La caractérisation des risques écologiques a été déterminée par la probabilité d'occurrence des stress climatiques et non climatiques en s'appuyant sur celles proposées par Farmer cité par Anagonou, (2017).

RÉSULTATS

Taille et densité de colobe olive dans le milieu d'étude.

Sur base des observations, du nombre d'individus dénombrés, du nombre de cris, des bruits des branchages dans les secteurs étudiés, cinq groupes distincts avaient été déterminés (Tableau1). Le taux de rencontre moyen était de 0,09 groupe/km avec un contact maximal dans le secteur de Domè.

Tableau 1. Population de colobe olive dans le milieu d'étude

Localités	Nombre de groupes observés	Taille des groupes
Lokoli-Koussoupka	1	2-3
Domè	2	2-4
Mahéssou	1	15-20
Dèmè	1	4-6

L'analyse du Tableau 1 montre que le colobe olive existe toujours dans la zone d'étude, mais avec des effectifs très faibles comme toujours signalés. Cependant, nos observations dans le secteur de *Mahéssou* montrent que ce site représente l'habitat refuge pour le colobe olive. La bande de singes rencontrée forme une cinquantaine d'individus environ dont nous estimons le nombre de colobe olive entre 10-15 individus.

Pour l'ensemble des observations, les groupes de colobe olive étaient associés avec trois autres espèces de primates diurnes : *Cercopithecus mona*, *Chlorocebus aethiops tantalus* et/ou *Cercopithecus erythrogaster erythrogaster*.

Distribution et caractéristiques des habitats du colobe olive

La Figure 2 montre sur base de la valeur de l'indice de végétation que, les zones en blancs sont des habitats défavorables à la présence de l'espèce tandis que les zones en vert correspondent à des habitats favorables. Les points de présence sont à proximité où se chevauchent avec la présence de marécages caractérisés par des formations primaires et secondaires, des marais, et des forêts ripicoles.

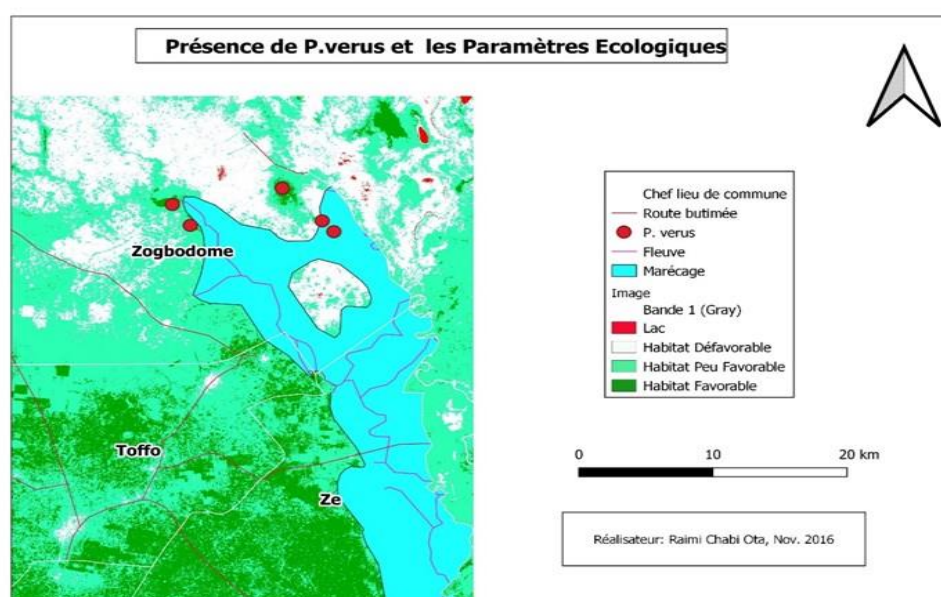


Figure 2. Distribution de colobe olive et de quelques paramètres écologiques
Le Tableau 2 présente les classes de l'indice de végétation de chaque site d'observation de l'espèce.

Tableau 2. Classes d'indice de végétation

Coordonnées Géographiques		Localités/secteurs	Indices de végétation
x	y		
7,06468499	2,24472103	Lokoli-Koussoupka	1
7,05191399	2,34587501	Domè	1
7,07767401	2,3888897	Domè	0,25-0,4
7,04338297	2,35380798	Mahèssou	0,25-0,4
7,04822696	2,25682902	Dèmè	1

Caractérisation de l'habitat de colobe olive dans la forêt marécageuse de Lokoli

Dans la forêt marécageuse de Lokoli, le profil structural de l'habitat est pluristratifié. Les observations ont permis d'établir la différenciation suivante :

- La strate arborescente supérieure de 15 à 20 m environ qui constituent des voutes à la canopée où se cachent facilement les primates,
- la strate arborescente de 7-10 m où on observe les primates au cours de leurs déplacements et au repos et la strate arbustive.

Les espèces d'arbre rencontrées étaient : *Spondianthus preussii*, *Anthocleista vogelii*, *Pterocarpus santalinoides*, *Ficus vogeliana* et *Psychotria articulata*.

Raphia hookeri représente environ 2 % de la population floristique de cet habitat. Les diamètres des arbres sont compris entre 20-50 cm.

La Photo 2 a & 2 b présentent une vue d'ensemble de l'habitat de colobe olive dans la forêt marécageuse de Lokoli.



Photos 1 & 2 : Habitats du colobe olive dans la forêt marécageuse de Lokoli

Caractérisation de l'habitat de colobe olive dans la Forêt communautaire de Mahèssou

L'habitat de colobe olive dans le secteur de Mahèssou présente une végétation arbustive et arborescente. Les arbustes et les arbres, présents, couvrent moins de 25 % de la superficie du milieu. Les hauteurs varient entre 10-15 m et les diamètres des arbres entre 20-40 cm. La végétation s'organise principalement en fonction du gradient de profondeur de l'eau. Plus loin dans l'habitat, on observe une formation fermée de *Raphia hookeri* rattachée par les lianes et exploités par les singes. Sous cette formation, flotte une eau saumâtre étendue sur une large superficie et dont le niveau varie.

La Photo 3 présente une vue de l'habitat de colobe olive dans le site de Mahèssou.



Photos 3. Vue partielle de l'habitat de colobe olive dans le site de Mahèssou

Principaux risques écologiques déterminants dans le milieu d'étude du colobe olive.

Deux catégories de facteurs sont susceptibles de générer des risques écologiques dans le milieu d'étude. Il s'agit des facteurs anthropiques et des facteurs naturels.

Facteurs de risques liés aux activités anthropiques

Les activités primaires exercées dans le milieu d'étude, résultats des interviews groupés et individuels, les observations et l'enregistrement systématiques des indices des activités anthropiques au cours de nos prospections forestières à la recherche de colobe olive ont permis d'identifier les activités anthropiques ci-dessous comme risque pouvant influencer le colobe olive et son habitat.

La perte de l'habitat : L'agriculture est la principale activité pratiquée dans le milieu d'étude, elle est encore itinérante et contribue énormément à la perte de l'habitat. 70 % des indices d'activités anthropiques étaient liées à l'agriculture. Celle-ci fragmente les écosystèmes et diminuent la connectivité écologique. Les photos 4 a & 4b présentent des vues partielles des indices d'activités agricoles installées dans la forêt communautaire de Domè.



Photo 4 (a & b). Riziculture à Domè & champs labourés pour la culture de soja à Domè dans l'aire protégée du ranching animalier de Zogbodomey

Activité de distillation du vin de raphia en «Sodabi »

Elle représente 15 % des activités anthropiques, elle est la plus importante et la plus rentable activité avec moins de contraintes. Dans les villages riverains de Lokoli, cette activité est essentiellement pratiquée avec les ressources de la forêt (*Raphia hookeri*) alors que dans les autres milieux elle est pratiquée avec les ressources des plantations privées de palmier à huile, cette activité crée des éclaircis dans la forêt surtout à Lokoli et diminue la connectivité écologique de l'habitat favorisant l'infiltration du soleil. Les photos 5 a & b présentent l'usine de distillation de sodabi dans la forêt marécageuse de Lokoli.



Photos 5 (a & b). Vues partielles des ateliers de distillation de vin à Koussoukpa dans la Forêt de Lokoli

Carbonisation et recherche de bois d'œuvre et de chauffe.

La carbonisation du bois en charbon de chauffe est faite avec les bois issus des plantations comme les tecks et représente 15 % des activités anthropiques. Cependant dans certaines zones de la forêt de Lokoli (secteur de Dèmè), l'activité se pratique à base des produits issus de la réserve de Lokoli.



La photo 6a présente les bois apprêtés pour la carbonisation en charbon de cuisine
La photo 6b présente une souche d'un *Ficus* émondé pour faire de charbon (à la lisière de la zone protégé de Lokoli) ;
La photo 6c montre des pieds de *Cola cordifolia* coupés avec une tronçonneuse
La photo 6d montre une souche de *Adansonia digitata* coupé à Hitin.

Photos 6. Vues partielles de quelques indices d'exploitation des ligneux dans le milieu d'étude

Feu de végétation

Il occupe environs 2 % des indices des activités humaines, et se pratique pendant la saison sèche surtout dans le peuplement de *Raphia* du secteur de Domè. Selon nos enquêtés, le feu de végétation facilite la récolte des rameaux et des tiges de raphia. Il permet aussi de déguerpir les espaces pour faire de

l'agriculture. Les photos ci-dessous présentent le feu d'un peuplement de *Raphia* sur plus d'un demi-hectare dans la forêt communautaire de Domè.



Photos 7 (a & b). Peuplement de *Raphia* brûlé dans la forêt communautaire de Mahèssou

Bradage des terres agricoles et émiettement de la réserve.

Le bradage de terres est un phénomène récurrent dans le milieu d'étude. Les présumés propriétaires terriens morcellent et vendent les domaines aux nantis hommes d'affaires et politiciens venus des villes voisines. Malgré, l'interdiction légale de bradage de terre en milieu rural, cette pratique persiste. Ainsi, des dizaines d'hectares sont expropriés des populations locales qui vivent en majorité de l'agriculture. Découragés, les jeunes s'adonnent à l'exode rural ou se convertissent en producteurs de vin.

La chasse

Les ressources fauniques se font rares dans le milieu d'étude alors que la viande de brousse fait partie des sources de protéines les plus prisées. Bien que les indices de chasses soient insignifiants (2 %), on constate que cette activité est ancrée dans le comportement des agriculteurs et chasseurs. Ils pratiquent la chasse non sélective et commerciale. L'installation des champs de maïs et de niébé à la lisière de la forêt accentue la vulnérabilité de la faune en occurrence les primates et le sitatunga.

Facteurs de risques liés à la variabilité climatique

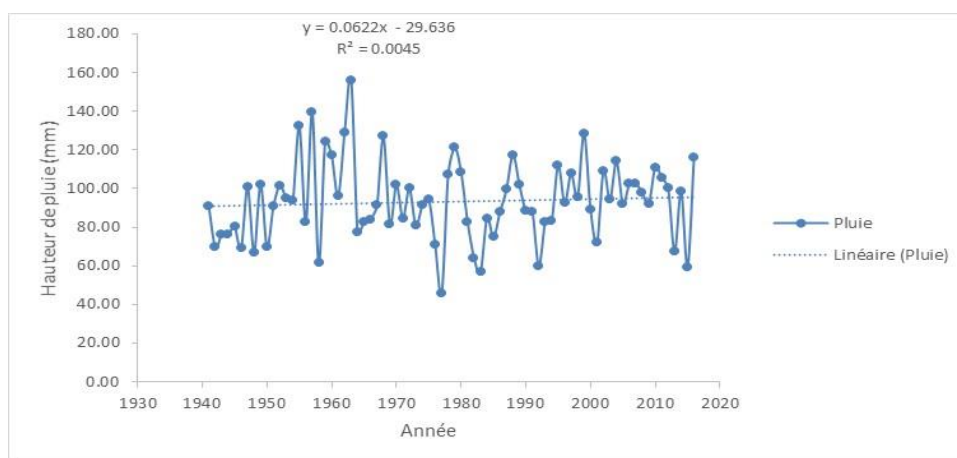


Figure 3. Bilan climatique annuel (1941-2016) à la station de Bohicon

Source des données : Météo-Bénin, novembre 2020

La Figure 3 traduit l'évolution des valeurs de l'indice pluviométrique. Il ressort de l'analyse de cette figure que le milieu est caractérisé par une forte instabilité pluviométrique caractérisée par une alternance d'années déficitaires et excédentaires sans périodicité apparente. Les années 50 et 60 sont marquées par une forte occurrence des années excédentaires contrairement aux années 70 et 80 plus touchées par les situations déficitaires. Les années 90 et 2000 sont plutôt contrastées sans domination d'un type d'années. Toutes ses variabilités climatiques dans le milieu auront sans nul doute les conséquences fâcheuses sur les déterminants écologiques comme le niveau d'humidité du sol et la température ambiante.

La Figure 4 présente la mise en évidence de ruptures de stationnarité dans l'évolution des températures par le test de Pettit.

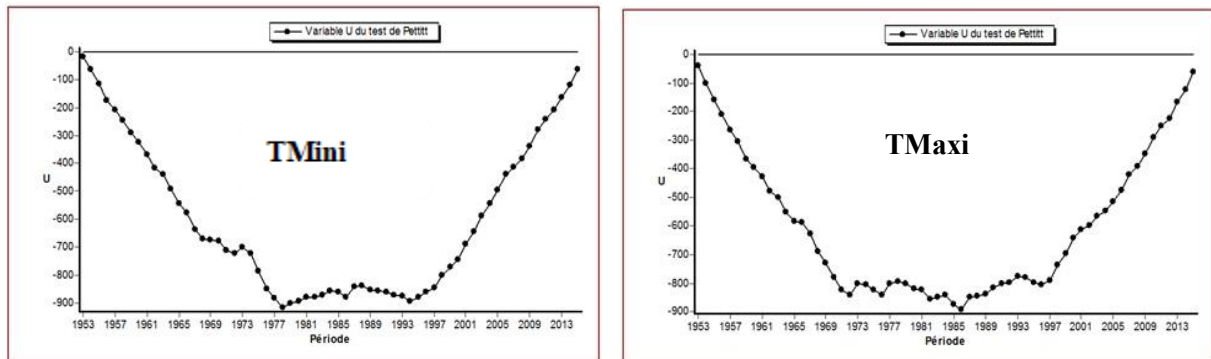


Figure 4. Mise en évidence de l'évolution des températures par le test de Pettit

Le test de Pettit a permis d'observer une rupture dans l'évolution des températures minimales en 1977. Cette rupture, hautement significative au seuil de 95 % indique qu'à partir de cette date, les valeurs minimales des températures ont amorcé une évolution dans le sens de l'augmentation. S'agissant des valeurs maximales elles ont également connu une rupture de stationnarité en 1985. Il s'agit également d'une rupture hautement significative au seuil de 95 % ce qui atteste de l'augmentation des valeurs maximales.

Scénario climatique dans la zone d'étude

Le Tableau 3 ci-dessous présente les scénarii climatiques du milieu d'étude à l'horizon 2050.

Tableau 3. Valeurs de températures et pluies selon les types de projection à l'horizon 2050

Scénarii	Températures minimales	Températures maximale	Pluviométrie
RCP4.5	Augmentation de 0,6 à 1,5°C	Augmentation de 0,2 à 0,6°C	Pas de tendance claire ; augmentation de la fréquence des valeurs extrêmes
RCP8.5	Augmentation de 1,1 à 2,4°C	Augmentation de 0,6 à 1,4°C	Pas de tendance claire ; forte occurrence des évènements extrêmes

Sources : Traitement des données et synthèse bibliographique

Les données issues des sorties de modèles sous les 2 scénarii choisis n'indiquent pas une tendance claire quant aux totaux pluviométriques annuels dans le milieu d'étude. Ils sont tributaires de la forte instabilité des pluies au regard des données historiques. Mais, le risque d'occurrence des valeurs extrêmes (forts abatements pluviométriques accompagnés ou non de grands vents) est élevé. A cela s'ajoute la survenue des sécheresses multifformes (pluies insuffisantes, séquences sèches, démarrage tardif et/ou fin précoce de pluies).

S'agissant des températures, elles connaîtront une augmentation assez importante surtout des valeurs minimales dans le milieu selon le RCP8.5

notamment. Au total, tous les scénarii prévoient un contexte climatique futur peu confortable.

DISCUSSION

Identification du noyau de la population de colobe olive

Nos résultats confirment la présence de colobe olive dans les forêts communautaires du sud-Bénin. Le taux de rencontre de colobe olive est de 0,09 groupe /km. Ces observations de faibles effectifs ont été faites par Djègo-Djossou *et al.* (2014) dans les aires d'occurrences de colobe olive au Bénin. Dans les aires de distribution en Afrique les observations sont similaires. Au Ghana, dans le parc national de Kankou, le taux de rencontre de colobe olive est de 0,06-0,9 groupe /Km (Oates *et al.*, 2000). La récente étude de Wiafe (2021) dans trois réserves forestières de ce même pays, ont montré que dans Cape Three Points Forest Reserve, un seul individu de colobe olive est rencontré avec un taux de rencontre de 0,01groupe/km. Au Nigeria, les études de Goodwin *et al.*, (2017) sur la distribution de *C. e. erythrogaster* à l'Ouest et au Sud-est n'a révélé aucun individu de colobe olive. En côte d'Ivoire, les résultats de Gonédélé Bi *et al.*, (2014), dans la forêt de Sassandra–Bandama ont montré que le taux de rencontre de colobe olive varie entre 0,01 et 0,074 groupe/km. En ce qui concerne la taille du groupe, elle est signalée très faible dans tous les aires d'observation selon ces auteurs précités.

Par ailleurs, dans notre milieu d'étude, malgré les rares contacts, nous avons identifié un noyau viable qui serait le noyau primaire où l'espèce peut être observée en groupe de plus de 10 individus associés à trois autres espèces de primates. De ce noyau de colobe olive situé à Mahèssou, sortent probablement les quelques individus observés de part et d'autre du secteur.

Détermination des caractéristiques de l'habitat de colobe olive

Les habitats où nous avons observé le colobe olive sont des forêts marécageuses, des forêts galeries et des marais caractérisés par des formations pluristratifiés. Cependant, nous avons estimé le diamètre des arbres de l'habitat à 50- 60 cm couronné de lianes et feuillages formant des voutes à la canopée où les singes se cachent facilement. Nos résultats sont similaires aux Grubb *et al.*, 1998; Djègo-Djossou *et al.* (2018) qui ont signalés que le colobe olive occupe des forêts secondaires, forêts denses sèches, des fragments de forêts et des forêts marécageuses où ils occupent la strate moyenne de la végétation. Plusieurs facteurs menacent la survie de l'espèce dans le milieu. Ces menaces sont liées à la perte de la qualité de l'habitat par l'agriculture, l'exploitation forestière, la production de vin.

Par ailleurs, au-delà des pressions anthropiques sur les ressources, il y a la pression climatique, souvent ignorée. Les températures ont une tendance globalement à la hausse dans le milieu d'étude. Par exemple, les températures maximales de notre milieu d'étude ont varié de 31,8 à 33, 23 °C; soit une hausse respective de 1,43 °C entre 1953 et 2020. Les scénarii RCP 4.5 et 8.5 prédisent

une augmentation de 0,2 à 0,6°C et 0,6 à 1,4°C de température d'ici 2080. Ces différentes augmentations des indices climatiques auront des conséquences sur l'espèce et son habitat. Le changement climatique est une menace supplémentaire qui, seule ou en combinaison avec d'autres facteurs, peut avoir un impact sévère sur les taxons incapables de trouver un environnement approprié (Korstjens and Hillyer 2016). Selon Carvalho et al., 2019, d'ici 2050, 86 % des aires de répartition des primates sont susceptibles d'être exposés à des augmentations maximales de température >3°C. Au regard du mode d'occupation actuelle des terres, exacerbée par le changement climatique, les primates seront les plus vulnérables (Gouveia et al. 2016 ; Luo et al., 2015 ; Carvalho et al., 2019). Les facteurs bioclimatiques, tels que la température, les précipitations, l'évapotranspiration et les conditions d'aridité seront les principaux contributeurs au déplacement de l'aire de répartition. Plus de la moitié des habitats des primates vont disparaître suite aux conditions climatiques et à l'utilisation de la terre (Luo et al., 2015; Hereford et al., 2017 ; Cabral Rezende, et al. 2020 ; Zhang et al., 2019 ; Heller, 2017 ; Carvalho et al., 2019 ; Gregory et al., 2012). Ces mêmes auteurs montrent que la plupart des habitats de *Colobus* d'Afrique deviendront moins propices. Ces résultats appuient une analyse antérieure qui montre comment l'augmentation des températures affectent le temps de repos minimum requis pour les primates (Korstjens et al., 2010 ; Korstjens et al., 2018).

La phénologie subira des changements importants en réponse au changement climatique. Des changements radicaux dans le calendrier de l'activité végétale ont été observés, en particulier dans les environnements des hautes latitudes, qui sont exposés au réchauffement le plus important (Diepstraten et al., 2018 ; Chidumayo et al., 2011; Itter et al., 2016). La phénologie des plantes, et la séquence annuelle des stades de développement des plantes sont importantes pour le fonctionnement des plantes et les services écosystémiques. Elle dépend de la température et le changement climatique rapide actuel aura des conséquences sur les ressources alimentaires et les écosystèmes (Ford et al., 2016; Chen, et al., 2011; Chapman et al, 2005). Les changements phénologiques des sources de nourriture affecteront les primates qui ont synchronisé leurs événements reproductifs pour s'adapter aux schémas saisonniers de disponibilité des ressources (van Schaik et al. 1993; Jones & Cresswell, 2010). La résilience des espèces d'arbres dépendra de leur capacité à suivre ces changements climatiques par des modifications de la phénologie qui conduisent à un démarrage plus précoce de la croissance. L'exposition à des températures chaudes déclenche généralement l'initiation de la croissance, mais de nombreux arbres ont également besoin d'une exposition à des températures fraîches ("refroidissement") pendant leur période de dormance pour initier facilement leur croissance au printemps (Harrington et al. 2016). Selon Rothman, et al., (2015), une étude réalisée pendant 30 ans sur les feuilles consommées par les folivores montre que les feuilles matures de toutes les espèces ont augmenté en concentrations de fibres, avec une augmentation

moyenne de 10 % alors que les colobes sélectionnent les feuilles avec un rapport protéines/fibres élevé, donc pour ces folivores, la baisse de la qualité des feuilles aura un impact majeur. Par rapport à de nombreux autres mammifères, les primates ont tendance à être raisonnablement flexibles dans leurs choix alimentaires et consomment souvent un éventail de sources de nourriture alimentaires (Korstjens & Hillyer, 2016). Les folivores spécialisés sont potentiellement et particulièrement vulnérables au changement climatique, car une augmentation de la température et une réduction des précipitations peuvent conduire à une digestibilité et une qualité moindre, ainsi qu'à des concentrations plus élevées de composés secondaires végétaux (Korstjens & Hillyer 2016 ; Korstjens, 2019).

CONCLUSION

La présente étude a pour objet l'évaluation de l'état de conservation de colobe olive (*Procolobus verus*) dans le sud-Bénin plus spécifiquement dans les communes de Zogbodomey-Toffo et Zè. Elle nous a permis de connaître que le colobe olive est présente en de faibles effectifs dans le milieu avec un taux de rencontre de 0,09 groupe/km. La population existante a un noyau dans le secteur de Mahèssou par lequel jaillissent certains individus de colobe olive pour se disperser dans les îlots de forêts favorables à la présence de l'espèce. Les habitats du colobe olive sont fragmentés et se présentent sous formes de marais, de formations primaires et secondaires associées aux marécages. Plusieurs pressions anthropiques causées par l'agriculture, la transformation du vin, la production du charbon de chauffe, la chasse et les pressions climatiques à travers l'augmentation des températures minimales et maximales, la variabilité des régimes des précipitations sont autant de facteurs qui rendent vulnérables le colobe olive et menacent sa survie au Sud-bénin.

Il est impérieux de tenir compte des facteurs humains et des variabilités climatiques pour une conservation durable de colobe olive et son habitat. Ainsi, la création des corridors, la reforestation et l'éducation s'avèrent indispensables.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AHOSSIN, (2021). Risques agroclimatiques dans la commune de Zogbodomey. Mémoire de Master, Ecole Doctorale Pluridisciplinaire Espace-Culture et Développement. Université d'Abomey-Calavi. p 151P.
- AMOUSSOU, E., VODOUNON, S. T., HOUGNI, A., VISSIN, E. W., HOUNDENOU, C., MAHE, G., & BOKO, M. (2016). Changements environnementaux et vulnérabilité des écosystèmes dans le bassin-versant béninois du fleuve Niger. *International Journal of biological and chemical sciences*, 10(5), 2183-2201.
- ARROYO-RODRÍGUEZ, V., & DIAS, P. A. D. (2010). Effects of habitat fragmentation and disturbance on howler monkeys: a review. *American Journal of Primatology: Official Journal of the American Society of Primatologists*, 72(1), 1-16.
- BOONRATANA, R., (2020). Asian primates in fragments: Understanding causes and consequences of fragmentation, and predicting primate population viability. *American journal of primatology*, 82(4), 23082.
- CARVALHO, J. S., GRAHAM, B., REBELO, H., BOCKSBERGER, G., MEYER, C. F., WICH, S., & KÜHL, H. S. (2019). A global risk assessment of primates under climate and land use/cover scenarios. *Global Change Biology*, 25(9), 3163-3178.

- CHAPMAN, C. A., SPEIRS, M. L., HODDER, S. A., & ROTHMAN, J. M. (2010). Colobus monkey parasite infections in wet and dry habitats: implications for climate change. *African Journal of Ecology*, 48(2), 555-558.
- COUETTE, S. (2020). Biodiversité et taxinomie chez les primates : entre extinction et inflation. *Revue scientifique Bourgogne-Franche-Comté Nature*, 203, 210.
- COVEY, R., & MCGRAW, W. S. (2014). Monkeys in a West African bushmeat market: implications for cercopithecoid conservation in eastern Liberia. *Tropical Conservation Science*, 7(1), 115-125.
- DAN, C. B., SINSIN, B. A., MENSAH, G. A., & LEJOLY, J. (2012). Influence des activités anthropiques sur la diversité floristique des communautés végétales de la forêt marécageuse de Lokoli au Sud-Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(6), 3064-3081.
- DJEGO-DJOSSOU S., (2013). Aires d'occurrence et comportements socio-écologiques du colobe de Geoffroy, *Colobus vellerosus* et du colobe olive, *Procolobus verus* au Bénin, Thèse de Doctorat de l'Université d'Abomey Calavi, Bénin .193p.
- DJÈGO-DJOSSOU, S., DJÈGO, J. G., MENSAH, G. A., HUYNEN, M. C., & SINSIN, B. (2014). Distribution du Colobe Vert Olive, *Procolobus verus*, au Bénin et Menaces Pesant sur sa Conservation. *African Primates*, 9, 23-34.
- DJÈGO-DJOSSOU, S., WIAFE, E., HAKIZAMANA, D., MENSAH, G. A., & SINSIN, B. A. (2018). Comparative of feeding ecology and dietary between olive colobus monkey (*Procolobus verus*) groups in forest fragments and continuous forest, Benin.
- FRIEDMAN, H., ATOR, N., HAIGWOOD, N., NEWSOME, W., ALLAN, J. S., GOLOS, T. G., ... & BIANCHI, P. (2017). The critical role of nonhuman primates in medical research. *Pathogens & immunity*, 2(3), 352.
- FROST, S. R. (2016). Climate Change and Primate Evolution. *The International Encyclopedia of Primatology*, 1-6.
- GOODWIN, R. M., BI, S. E. G., BAXT, A., BITTY, E. A., & WIAFE, E. D. (2020). Surveys and canopy cameras of critically threatened monkeys in Comoé National Park, Côte d'Ivoire: A preliminary report—West African Primate Conservation Research Group—. *Annual Report of Pro Natura Foundation Japan*, 29, 343-358
- GOODWIN, R. M., ORIMAYE, J. O., OKOSODO, F. E., OGUNJEMITE, B. G., & HOUNGBEDJI, M. G. (2017). The first sightings of the red-bellied guenon (*Cercopithecus erythrogaster erythrogaster*) on the Western edge of southwestern Nigeria. *African Primates*, 12, 37-54.
- GOUVEIA, S. F., SOUZA-ALVES, J. P., RATTIS, L., DOBROVOLSKI, R., JERUSALINSKY, L., BELTRÃO-MENDES, R., & FERRARI, S. F. (2016). Climate and land use changes will degrade the configuration of the landscape for titi monkeys in eastern Brazil. *Global Change Biology*, 22(6), 2003-2012.
- GREGORY, T., CARRASCO-RUEDA, F., ALONSO, A., KOLOWSKI, J., & DEICHMANN, J. L. (2017). Natural canopy bridges effectively mitigate tropical forest fragmentation for arboreal mammals. *Scientific reports*, 7(1), 1-11.
- GRUBB, P. (1998). *Mammals of Ghana, Sierra Leone and the Gambia*. Trendrine Press.
- HARRIS S. CRESSWELL W.J. FORDE PG.TREWHELLA WJ. WOOLLARD T, & WRAY, S. 1990. Home-range analysis using radio-tracking data - a review of problems and techniques particularly
- HELLER & ZAVALITA (2009). LIFE NATURADAPT-RAPPORT DE L'UMS PATRINAT (MNHN, CNRS, OFB). 24p.
- HILL, S. E., & WINDER, I. C. (2019). Predicting the impacts of climate change on *Papio* baboon biogeography: Are widespread, generalist primates 'safe?'. *Journal of Biogeography*, 46(7), 1380-1405.
- IRWIN, M. T., RAHARISON, J. L., & WRIGHT, P. C. (2009). Spatial and temporal variability in predation on rainforest primates: do forest fragmentation and predation act synergistically?. *Animal Conservation*, 12(3), 220-230.
- JONES, T., & CRESSWELL, W. (2010). The phenology mismatch hypothesis: are declines of migrant birds linked to uneven global climate change?. *Journal of Animal Ecology*, 79(1), 98-108.

- KONE, I. (2004). Effet du braconnage sur quelques aspects du comportement du Colobe Bai-*Procolobus (Piliocolobus) badius (Kerr)-et du cercopitheque Diane-Cercopithecus diana diana (L.)* dans le Parc National de Taï, Cote-d'Ivoire. Tropenbos-Côte d'Ivoire.
- KORSTJENS, A. H., & HILLYER, A. P. (2016). Primates and climate change: A review of current knowledge. *An introduction to primate conservation*, 175-192.
- LATOURE F. (2017). Méthode d'identification Semi-automatique des potentielles friches agricoles Calvados par télédétection. Mémoire de Master 2. *Université Lumière Lyon 2*. 78 P
- LEBRÃO, C., ROSA, L. M. V., PAIM, F. P., NASSAR, P. M., EL BIZRI, H. R., & SILVA, F. E. (2021). Community-Based Ecotourism and Primate Watching as a Conservation Tool in the Amazon Rainforest. *International Journal of Primatology*, 1-5.
- LUO, Z., ZHOU, S., YU, W., YU, H., YANG, J., TIAN, Y., & WU, H. (2015). Impacts of climate change on the distribution of Sichuan snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus roxellana*) in Shennongjia area, China. *American journal of primatology*, 77(2), 135-151.
- MOHD-ASRI, N. F., KAMALUDDIN, S. N., DHARMALINGAM, S., IDRIS, W. M. R., & ZAIN, B. M. M. (2021). Valuing ecotourism in Bukit Merah Orang Utan Island, Malaysia based on visitors' experience. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(3).
- MOUMBOCK, E. M. A., NGABA, M. J. Y., & BORIS, D. E. Y., (2020). Brève étude le braconnage dans le Parc national de Kom-Sanctuaire à gorille de Mengame et sa zone périphérique Rapid assessment of poaching in Kom National Park-Mengame Gorilla Sanctuary and its peripheral zone.
- OATES, J.F., GONEDELE BI, S., IKEMEH, R., KONE, I., MCGRAW, S., NOBIME, G., OSEI, D. & Wiafe E. (2020). *Procolobus verus* (amended version of 2019 assessment).
- ROTHMAN, J. M., CHAPMAN, C. A., STRUHSACKER, T. T., RAUBENHEIMER, D., TWINOMUGISHA, D., & WATERMAN, P. G. (2015). Long-term declines in nutritional quality of tropical leaves. *Ecology*, 96(3), 873-878.
- STEVENSON, P. R., LINK, A., & RAMÍREZ, B. H. (2005). Frugivory and Seed Fate in *Bursera inversa* (Burseraceae) at Tinigua Park, Colombia: Implications for Primate Conservation 1. *Biotropica: The Journal of Biology and Conservation*, 37(3), 431-438
- VALENTA, K., & CHAPMAN, C. A. (2018). Primate-Plant Mutualisms: Is There Evidence for Primate Fruit Syndromes?. In *Primate life histories, sex roles, and adaptability* (pp. 245-255). Springer, Cham.
- VAN SCHAİK, C. P., TERBORGH, J. W., & WRIGHT, S. J. (1993). The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of ecology and Systematics*, 24(1), 353-377.
- VISSIN E. W. (2007) : Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger. Thèse de doctorat 141 unique de géographie Université de Bourgogne Centre de Recherches de Climatologie CNRS – UMR, 310 p.
- WALLIS J. (2023). Conservation Status of African Primates: Updates to the IUCN Red List for 2020-2023. *African Primates* 17: 1-49 (2023)
- WIAFE, E. D. (2021). Distribution and population density of endangered primate species in Ghana's forest reserves. *cancer*, 10.
- ZHANG, Y., CLAUZEL, C., LI, J., XUE, Y., ZHANG, Y., WU, G., ... & LI, D. (2019). Identifying refugia and corridors under climate change conditions for the Sichuan snub-nosed monkey (*Rhinopithecus roxellana*) in Hubei Province, China. *Ecology and evolution*, 9(4), 1680-1690.

Annexe 1. Localités ayant fait objet de prospections forestières et les distances parcourues

Localités	Distances parcourues	Nombre de Parcours	Total (Km)
Hétin	1,5	1	1,5
	1,5	1	1,5
	1,5	1	1,5
Mahéssou	2	2	4
	1,5	3	4,5
	2	2	4
Koussoukpa	1,5	3	4,5
	1,5	1	1,5
	2	1	2
Dèmè	2,5	1	2,5
	3	2	6
	3	1	1
Gohissanou	1	2	2
	1	1	1
	2,5	1	2,5
Go	1	1	1
	1,5	1	1,5
	0,5	2	1
	0,5	2	1
	1,5	1	1,5
Djigbé	0,5	1	0,5
	1,5	1	1,5
	1,5	2	3
Total			51