

Communauté d'oiseaux du Parc National de Sena Oura (Tchad), facteurs influençant la richesse spécifique et la diversité

Ghislain Noé KOUGOU PIEBENG^{1*}, Simon AWAFOR TAMUNGANG², Olivier BOUKAR GOUARN¹
et Daksala WANSANG¹

¹ *University of Maroua, Faculté des Sciences, Département des Sciences Biologiques, BP 814, Maroua, Cameroun*

² *Université de Bamenda, Collège de Technologie, Département de Foresterie et de Gestion de la Faune, BP 39, Bamili, Cameroun*

(Reçu le 29 Janvier 2024 ; Accepté le 22 Avril 2024)

* Correspondance, courriel : kougoumghislain@yahoo.fr

Résumé

Cette étude a été menée dans le Parc National de Sena Oura (PNSO), Province du Mayo Kebbi-Ouest, Département de Mayo Dallah, a pour objectif de dresser un état de lieu de la faune aviaire et les facteurs qui affectent leurs distributions pour une gestion durable de ces êtres. La méthode utilisée pour l'échantillonnage est celle des points fixes à partir de laquelle s'est effectuée les comptages directs. Sur 1349 oiseaux observés dans le PNSO, 97 espèces ont été identifiées. La richesse spécifique la plus élevée a été obtenue de la savane arborée ou boisée (75 espèces) et la plus faible dans les savanes herbeuses (19 espèces). L'indice de Shannon a été le plus élevé dans la savane arborée ($H' = 3,543$ bits). Les données sur le statut UICN des oiseaux recensés dans la zone d'étude a permis d'identifier 4 espèces menacées (*Micronisus gabar*, *Circus macrourus*, *Accipiter ovampensis* et *Lophaetus occipitalis*), toutes appartenant à la famille des Accipitridae. Parmi les activités anthropiques rencontrées dans le parc, le pâturage (26,61 %) était le plus important, suivi du braconnage (21,43 %). Ces activités n'ont aucun impact sur la diversité et l'abondance des oiseaux. L'avifaune du PNSO, bien que diversifiée présente des abondances des espèces relativement très faibles. Un effort doit être fait par les autorités de conservation pour le renforcement de la surveillance des oiseaux du Parc par un suivi écologique régulier pour une gestion durable de cette faune.

Mots-clés : *Sena-oura, oiseaux, distribution, statut, conservation.*

Abstract

Bird community of Sena Oura National Park (Chad), factors influencing specific richness and diversity

This study was carried out in the Sena Oura National Park (PNSO), Mayo Kebbi-West Province, Department of Mayo Dallah, aims to establish an inventory of the avian fauna and the factors which affect their distributions for a sustainable management of these beings. The method used for sampling is that of fixed points from which direct counts were carried out. Of 1349 birds observed in the PNSO, 97 species were identified. The highest species richness was obtained in tree or wooded savannahs (75 species) and the lowest in grassy

savannahs (19 species). The Shannon index was highest in the tree savannah ($H' = 3.543$ bits). Data on the IUCN status of birds recorded in the study area made it possible to identify 4 threatened species (*Micronisus gabar*, *Circus macrourus*, *Accipiter ovampensis* and *Lophaetus occipitalis*), all belonging to the Accipitridae family. Among the anthropogenic activities encountered in the park, grazing (26.61 %) was the most important, followed by poaching (21.43 %). These activities have no impact on the diversity and abundance of birds. The avifauna of the PNSO, although diverse, has relatively very low species abundances. An effort must be made by wildlife managers to strengthening surveillance through regular ecological monitoring for sustainable management of birds in the parc and their habitat.

Keywords : *Sena-oura, birds, distribution, status, conservation.*

1. Introduction

Les oiseaux comprennent plus de onze mille cent vingt-deux (11122) espèces différentes dans le monde entier dont le quart (2477) se trouve en Afrique et ceux-ci constituent l'un des taxons les plus connus et appréciés du monde naturel [1]. Les oiseaux sont des indicateurs environnementaux et des sentinelles de la nature [2]. Ils sont souvent utilisés pour connaître la qualité des milieux, caractériser et mesurer l'évolution des habitats [3]. Les oiseaux sont très dépendants des facteurs de variation de l'habitat [3]. En effet, les oiseaux constituent un groupe zoologique aisément utilisable en matière de diagnostic écologique capable de déboucher sur des stratégies de conservation favorable à d'autres espèces de la flore et de la faune [4]. Les oiseaux insectivores par exemple jouent un grand rôle dans la protection des cultures contre les insectes ravageurs [5]. Les oiseaux interviennent également dans la dissémination des graines, la pollinisation des plantes et leur intervention dans les différentes chaînes alimentaires des milieux naturels [6]. Ils sont malheureusement victimes de leurs importances multidimensionnelles, et rencontrent de nombreux problèmes dans leur environnement naturel. Les problèmes que rencontrent les Oiseaux dans leur environnement sont liés aux activités anthropiques (la déforestation, les feux des brousses, les braconnages, l'empoisonnement par les produits toxiques, les installations électriques, la progression des fronts agricoles, la compétition pour l'eau de surface), les changements climatiques etc. [7]. Le changement climatique est susceptible d'avoir un effet aggravant, provoquant une désynchronisation écologique, temporelle et spatiale ayant un impact négatif sur les populations d'oiseaux terrestres migrateurs [8]. De nos jours, les aires protégées et non protégées sont toutes victimes des perturbations anthropiques et climatiques. La question fondamentale qui se dégage dans le domaine de la conservation de la biodiversité est : quelles sont les études et les actions prioritaires à entreprendre dans les milieux naturels pour préserver l'habitat et les espèces qu'ils hébergent ? Dans le Mayo-Kebi Ouest, malgré la présence du Parc National de Sena Oura qui attire bon nombre d'animaux parmi lesquels se trouve une grande faune rare ou en danger avec des espèces emblématiques comme l'Eland de Derby (*Taurotragus derbianus*), l'Hippotragues (*Hippotragus*), le Damalisque (*Damaliscus*), l'Eléphant (*Loxodonta*), et surtout les Oiseaux, les études ornithologiques sont rares. L'avifaune, importante et diversifiée, est composée de divers Passériformes, Accipitriformes, Ansériformes, Charadriiformes [9]. Cette diversité est liée à la variété des habitats : plans d'eau permanents et saisonniers, massifs rocheux, plaines d'inondation, savanes boisées etc. Un inventaire des Oiseaux dans cette zone d'étude apporterait des informations très utiles sur l'écologie, la diversité, le statut et la distribution des Oiseaux rencontrés, et les résultats restitués aux résidents et aux responsables du parc pour des prises de décisions dans le domaine de la conservation ornithologique. Ce travail a été initié avec l'objectif principal de dresser un état de lieu de la Faune aviaire pour sa gestion durable dans le Parc National de Sena Oura (PNSO). Spécifiquement, il s'agit de : déterminer la diversité des Oiseaux dans le Parc de Sena Oura ; identifier et évaluer l'influence des différentes menaces sur les Oiseaux de la zone d'étude et d'établir la distribution spatiale globale des Oiseaux et des espèces menacées dans la zone d'étude.

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude

Le Parc National de Sena-Oura (PNSO) est situé entre la latitude 8°48'N et 9°7'N et entre la longitude 14°34'E et 14°58'E, dans la province du Mayo Kébbi-Ouest (*Figure 1*). Sur initiative des communautés locales des cantons de Dari et de Goumadji, le PNSO est créé par la Loi n° 011/PR/2010 promulguée le 10 juin 2010. Il couvre une superficie de 73.520 ha et sa zone périphérique de 79 499 ha. Son ressort territorial se trouve à cheval entre les cantons Dari dans le département du Mayo- Dallah et Goumadji dans le département de Gagal [10]. Il est situé à environ 40 km au sud-ouest de la ville de Pala, Chef-lieu de la Province du Mayo Kebbi—Ouest et du Département de Mayo Dallah. Le parc est limité à l'Ouest par un parc frontalier camerounais dénommé Parc National de Bouba Ndjida [11]. Les deux parcs forment le complexe binational de Sena Oura - Bouba-Ndjida ou BSB-Yamoussa dont l'animal emblématique est l'Eland de Derby, encore appelé « Yamoussa » en langue Peul.

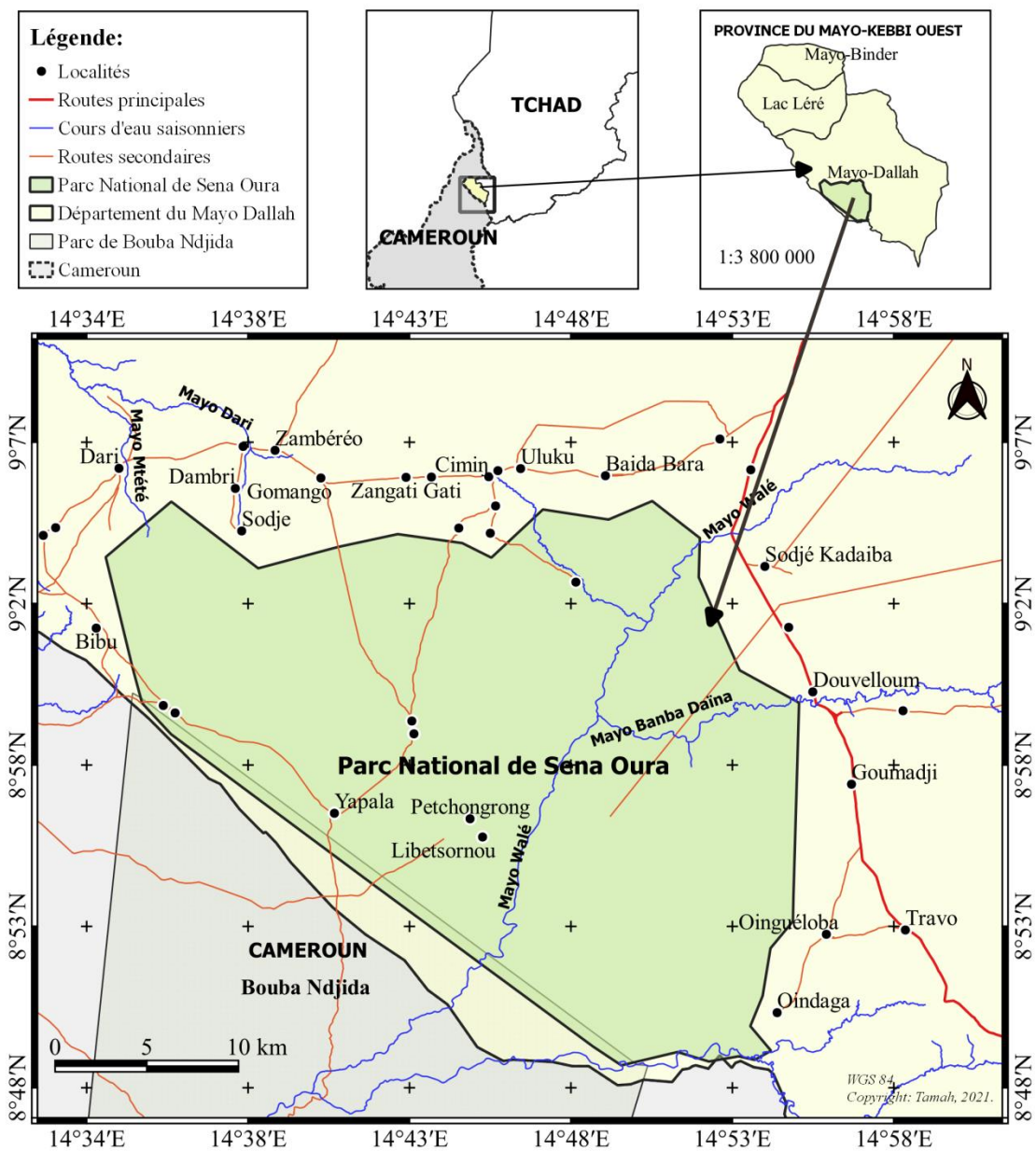


Figure 1 : Carte du Parc National de Sena –Oura et sa zone périphérique

Le climat de la zone est de type sahélo-soudanien [12], caractérisé par deux saisons fortement contrastées [13]. La saison sèche s'étend sur 7 à 8 mois (novembre à avril) tandis que la saison humide ne couvre que 4 à 5 mois (mai à septembre). La moyenne annuelle de pluviométries est comprise entre 900 et 1200 mm par an, favorisant le développement et le maintien d'une savane arborée [14]. Au parc national de Sena-Oura, l'amplitude thermique est toujours supérieure à 18°C en toutes les périodes [12]. Dans sa partie centrale, le PNSO est une vaste pénéplaine à la confluence de plusieurs systèmes hydrographiques. Sa partie Ouest est traversée par plusieurs cours d'eau (ou mayo) permanents et temporaires dont les plus importants sont le Sena-Oura, le Senabou, le Sena-Badjam et le Banda-Baïda [15]. Les sols du parc sont de types ferrallitiques à ferrugineux tropicaux sur sable ainsi que sols argileux et hydro morphes à pseudogleys au voisinage des rivières [15]. La végétation du PNSO est constituée de 11 formations végétales et est un des derniers témoins des formations soudanienne encore intacte. On peut observer des forêts galeries de type ripisylve dans les dépressions inondées et la zone de confluence des rivières, ce qui a permis l'installation d'un vaste bloc de forêt de type guinéo soudanienne [10]. Le reste du parc est caractérisé par une savane arborée à *Terminalia laxiflora* et à *Isobertinia doka*. Le parc héberge des communautés animales parmi lesquelles une grande faune rare ou en danger, avec des espèces emblématiques comme l'élan de derby (*Taurotragus derbianus*), l'Hippotrague (*Hippotragus*), le damalisque (*Damaliscus lunatus*), l'éléphant (*Loxodonta africana*) [11]. L'avifaune est riche et variée avec des espèces terrestres et aquatiques. Le Parc abrite des espèces migratrices paléarctiques et holarctiques. On y trouve les espèces comme les Autriche (*Struthio camelus*), Grande outarde (*Otis tarda*), Marabouts (*Leptotilos crumeniforus*), Pintade commune (*Numida meleagris*), Héron mélanocéphale (*Ardrea melanocephalus*), Cigogne épiscopale (*Ciconia episcopus*) [16]. On note aussi la présence d'une espèce endémique : l'amarante de Reichenow (*Lagonosticta umbrinodorsalis*) [17]. Cent soixante-dix-neuf (179) espèces estimées dans 58 familles, qui ont été répertoriées dans le PNSO. Cette avifaune est en perpétuelle régression due à une forte anthropisation de ces zones [10] (Plan d'Aménagement du PNSO, 2020).

2-2. Matériel de terrain

Un GPS Garmin etrex 10 a permis d'enregistrer les occurrences des oiseaux, de même que les traces d'activités humaines ; des Jumelles 10x50 de marque Olympus ont été utilisées pour l'observation des oiseaux et une boussole prismatique pour l'orientation (suivi de cap).

2-3. Collecte des données dans les points fixes

Les stations d'observation et d'écoute pour la collecte des données étaient espacées les unes des autres d'au moins 400 m pour éviter les doubles comptages. A l'intérieur de chaque point, les observations ont duré entre 3 et 10 minutes. La collecte a été effectuée deux fois par jour, parcourue par une équipe de quatre personnes (04) dont trois (03) ecogardes. Les inventaires d'oiseaux commençaient à partir de 07 h 00 à 10 h 00, et 16h00 à 17h 30mn, tranche horaire, qui correspond à une période de forte activité [18]. Tous les oiseaux vus, posés sur l'arbre ou au sol, au vol dans le bloc des points fixes dans un rayon de 50m, sont observés à l'aide d'une jumelle de marque Olympus (10 × 50) et ou à l'œil nu. L'identification des oiseaux a été faite à l'aide du guide d'identification des Oiseaux de l'Afrique de l'Ouest sur le terrain [19]. A l'approche d'un oiseau toutes ses caractéristiques possibles (couleur de plumage, de pattes, des becs, des yeux, etc.) ont été notées dans un registre. Un appareil photo de marque Panasonic HC-V131 a été utilisé pour la prise des photos d'oiseaux. Les coordonnées de chaque espèce vue ont été enregistrées à l'aide d'un GPS (Global Positioning System), de marque Garmin etrex 10. Les principales données contenues dans la fiche de collecte étaient : le nom commun et /ou scientifique des espèces d'oiseaux rencontrées est noté ; l'effectif du groupe (le nombre d'individus de chaque espèce) ; les activités anthropiques (le braconnage, la plantation, les pistes, déforestation et le pâturage) ; et les types d'habitats. Les types de végétation retenue pour l'étude étaient :

- *Savane boisée* : l'habitat qui combine un couvert herbacé continu et les arbres, plus ou moins régulièrement distribués, dont le recouvrement n'excède pas 30 % (**Figure 2**). La hauteur des arbres se situe entre 10 et 15 m pour une densité de 30 à 45 %.



Figure 2 : *Savane boisée dans le PNSO*

- *Savane arbustive* : Elle est caractérisée par une strate arbustive très ouverte avec un tapis herbacé discontinu à des graminées (**Figure 3**). Le couvert des arbres n'excède pas 5 % ; celui des arbustes est de 5 à 60 %. Les arbustes sont des petites tailles (3 à 5 m).



Figure 3 : *Savane arbustive du PNSO*

- *Savane herbeuse* : elle est composée des graminées ou des herbes dont la hauteur est généralement comprise entre 0,8 et 3 m (**Figure 4**)



Figure 4 : *Savane herbeuse*

Plantation : parcelle des terre cultivées (champs de coton, champs de maïs etc.) (**Figure 5**).



Figure 5 : Champs de Coton dans le PNSO

2-4. Identification et évaluation des différentes menaces rencontrées sur les oiseaux du PNSO

Elle s'est basée essentiellement sur la détermination de l'indice de perturbation anthropique. En dehors de paramètres collectés, l'équipe reporte également les indices de pression anthropique rencontrés lors des transects. Ces indices sont regroupés en cinq grandes catégories : transhumance (toute présence de bétail domestique, d'émondage de ligneux), de campement actuel ou vieux, braconnage (toute présence physique de braconniers, de camp de braconniers, de trace de vélo, etc.), occupation agricole (champ ou occupation humaine), exploitation forestière (récolte de bois morts/chauffe, site d'exploitation forestière). Les indices kilométriques de contact de pressions (IKCP) anthropiques ont été calculés. Ce qui a permis d'identifier les zones de fortes concentrations des activités humaines.

$$\text{IKC pression} = \frac{\text{Nombre de contact observés par type de pression}}{\text{Effort total d'inventaire(km)}} \quad (1)$$

2-5. Identification des espèces menacées et statuts UICN

Les différentes espèces sont classées sur le catalogue de l'UICN (Union Mondiale pour la Conservation de la Nature) selon leur niveau des menaces. Ces données sur le statut des oiseaux dénombrés dans le PNSO ont été fournies à travers la consultation de la liste des espèces menacées de l'UICN.

2-6. Distribution des espèces menacées dans le PNSO

Cette analyse spatiale a fait l'objet d'utilisation des points de présence, points enregistrés grâce au GPS et dans le logiciel QGIS version 22 pour modéliser et cartographier la distribution spatiale des espèces d'oiseaux dans la zone d'étude. Cette modélisation a été faite par la méthode d'interpolation IDW (*Inverse Distance Weighting*), Interpolation par inverses de Distance à une puissance. Cette méthode suppose que l'influence de la variable tracée décroît avec la distance par rapport à l'emplacement échantillonné. La définition d'une puissance élevée permet une concentration sur des points connus sur les valeurs interpolées en fonction de leur distance par rapport au point en sortie. Il s'agit d'un nombre positif et réel dont la valeur par défaut est 2.

2-7. Analyse des données

2-7-1. Richesse spécifique

L'estimation de la richesse spécifique est souvent confrontée au biais que représente le sous-échantillonnage qui aboutit souvent à une sous-estimation parfois importante de l'alpha-diversité. Il est possible d'obtenir des évaluations de cette diversité en utilisant des estimateurs probabilistes non paramétriques. Ainsi, les données quantitatives concernant les espèces d'oiseaux ont permis de construire des courbes de raréfaction des espèces en fonction du type d'habitat. L'estimation de la richesse spécifique a été calculé à partir des estimateurs dont Bootstrap, Chao2, Jackknife 1 et Jackknife 2. L'estimation de la richesse spécifique a été revu et certains auteurs pensent que les estimateurs Chao 2 (*Équation 2*) et Jackknife 2 (*Équation 3*) sont les meilleurs [20]. C'est la raison pour laquelle nous avons utilisé dans ce travail ces 2 estimateurs pour calculer la richesse spécifique estimée.

- Chao2 [21].

$$\check{S} = \text{Sobs} + \left(\frac{m-1}{m}\right) + \frac{Q(Q1-1)}{2(Q2+1)} \quad (2)$$

- Jackknife 2 [22]

$$\check{S} = \text{Sobs} + Q1\left(\frac{2m-1}{m}\right) + \frac{Q2(m-2)^2}{m(m-1)} \quad (3)$$

Sobs est le nombre total d'espèces observé, Q1 nombres d'espèces présentes dans un seul échantillon, Q2 nombre d'espèces présentes dans deux échantillons, m nombre d'échantillons, pk est la proportion d'échantillons contenant des espèces k.

2-7-2. Diversité intra-habitat

L'indice de diversité intra-habitat utilisé est celui de Shannon et Wiener (*Équation 4*). Il mesure la composition en espèces d'une zone. Pour une meilleure appréciation de la diversité, le calcul de l'indice de Shannon a été accompagné de celui de l'équitabilité (E) de Pielou (*Équation 5*). Ce dernier donne une idée sur la distribution homogène ou disparate des espèces dans les différents habitats. L'indice de diversité de Shannon-Wiener (H) est donné par la **Formule** :

$$H = - \sum p_i \log_2(p_i) \quad (4)$$

où, \log_2 = logarithme en base 2 ; N_i = nombre d'observations d'une espèce i ; N = nombre total des observations ; p_i est la probabilité qu'une espèce i soit présente dans un relevé. En pratique, $p_i = N_i / N$.

- Si H' ($H < 3$) alors H' est faible, ce qui implique que le milieu est peu diversifié (cas des milieux spécialisés ou l'on note généralement la dominance d'une seule espèce ou d'un petit nombre d'espèces sur l'ensemble des espèces de la communauté.
- Si H' ($3 \leq H < 4$) alors H' peut être supposé moyen, ce qui implique que le milieu est relativement riche en espèces.
- Si H' ($H \geq 4$) alors H' peut être supposé élevé. Ici la station d'étude ou le milieu présente des conditions favorables pour l'installation de nombreuses espèces, mais le nombre d'individu par espèce est faible [23]. C'est le signe d'un environnement très stable

L'indice d'équitabilité de Pielou (E) est calculé par la **Formule** suivante :

$$E = H' / \log 2S \quad (5)$$

où, H'est l'indice de Shannon, S qui le nombre total d'espèces. Cette valeur résulte du rapport de l'indice de diversité de Shannon (H') sur la valeur de la diversité théorique maximale (Hmax). Cet indice varie entre 0 et 1. Il tend vers 1 quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement ou lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus, et vers 0 lorsque la majorité des individus appartient à une seule espèce. L'Indice de diversité de Simpson (D), exprimé par la **Formule** suivante :

$$D = \sum Ni (Ni-1) / N (N-1) \quad (6)$$

D : Indice de Simpson ; Ni : Nombre d'individus de l'espèce donnée ; N : Nombre total d'individus. L'indice varie entre 0 et 1. Plus il se rapproche de 0, plus les chances d'obtenir des individus d'espèces différentes sont élevées.

2-7-3. Diversité inter-habitat

Pour montrer la similitude sur le plan de la composition spécifique des habitats visités, l'indice de similarité de Jaccard (**Équation 7**) a été utilisé. Pour ce faire, les données d'abondance des espèces ont été transformées en données d'incidence pour chaque habitat et une matrice de dissimilarité entre les habitats a été établie. Cet indice équivaut à 1 s'il y a une similarité complète entre les habitats comparés et à 0 si ces derniers n'ont aucune espèce commune. Les habitats comparés sont très similaires si la valeur de l'indice de Jaccard est $\geq 0,5$ ou 50 %. Pour la réalisation du dendrogramme, les données d'abondance de chaque espèce par type de végétation ont été utilisées.

$$\text{Indice de Jaccard} = \frac{100c}{a+b-c} \quad (7)$$

a = nombre d'espèces spécifique au premier habitat, b = nombre d'espèces spécifique au deuxième habitat et c = nombre d'espèces communes aux deux habitats.

2-7-4. Analyses statistiques

Le Test de Chi² a été utilisé pour comparer la richesse spécifique entre les différents habitats-et les types de menaces rencontrées dans le PNSO. L'évaluation de l'effet des différentes activités humaines sur l'abondance des oiseaux s'est faite en utilisant la méthode de régression multiple. Le seuil de probabilité retenu était $p = 0,05$.

3. Résultats

3-1. Diversité aviaire dans le Parc National de Sena Oura

3-1-1. Richesse spécifique

Dans le PNSO, sur 1349 oiseaux observés, 97 espèces ont été identifiées, réparties en 15 ordres et 46 familles d'Oiseaux. Les Passeriformes comprennent 26 familles. C'est l'ordre le plus dominant en nombre de Famille devant, les Coraciiformes, et les Bucerotiformes, qui ont chacune 03 (trois) familles. Les Galliformes, les Péléciformes et Piciformes ont chacune 02 (deux) familles. Les Accipitriformes, les Columbiformes, Cuculiformes, les Strigiformes, les Ansériformes, les Gruiformes, les Psittaciformes, et les Charadriiformes sont par contre les moins représentés soit une (01) famille chacune. La famille de Ploceidae renferme 10

espèces (*Ploceus vitellinus*, *Ploceus heuglini*, *Euplectes franciscanus*, *Euplectes macroura*, *Euplectes afer*, *Euplectes hordeaceus*, *Euplectes axillaris*, *Quelea quelea*, *Ploceus luteolus*, *Ploceus cucullatus*), soit 10,31 % de 97 espèces recensées. C'est la famille qui a le plus grand nombre d'espèces dans la zone d'étude suivi des Accipitridae et des Estrildidae qui comportent 06 espèces chacune. Parmi les 46 familles recensées, 27 présentent chacune 01 seule espèce. Ces familles sont entre autres : les Upupidae, Coraciidae, Buphagidae, Psittacidae, Anatidae, Indicatoridae, Motacillidae, Zosteropidae, etc.). Les fréquences relatives de la plupart des espèces observées étaient inférieures à 10 %, à l'exception de *Numidia meleagris* qui a enregistré une fréquence de 12,97 %. Selon l'UICN, 04 espèces sont menacées dans la zone d'étude dont une (01) est vulnérable (*Micronisus gabar*) et trois (03) Quasi-menacés (*Circus macrourus*, *Accipiter ovampensis*, *Lophaetus occipitalis*). Les autres espèces mentionnées appartiennent à la catégorie LC de l'UICN.

3-1-2. Courbe de raréfaction spécifique

La courbe de l'évolution de la richesse spécifique de la zone d'étude en fonction du nombre d'individus (**Figure 6**) montre que cette dernière croît et tend vers une asymptote. Ce qui montre une nécessité de réaliser des inventaires supplémentaires dans cette zone d'étude afin de compléter la liste des espèces d'oiseaux de PNSO.

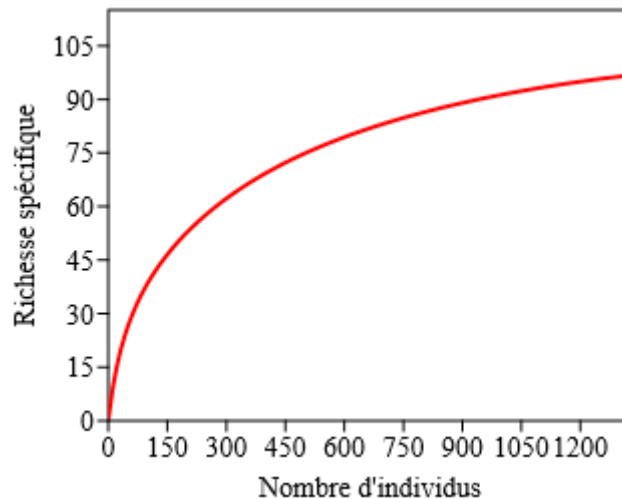


Figure 6 : Courbe de raréfaction globale de la richesse dans le PNSO

3-1-3. Comparaison de la richesse spécifique selon les types d'habitats

La richesse spécifique la plus élevée a été observée dans la savane de type boisée (75 espèces), suivi de la savane arbustive (42 espèces) (**Figure 7**). Elle a été faible dans les savanes herbeuses (19 espèces) et les plantations (29 espèces). Une différence significative a été observée dans la comparaison de la richesse spécifique aviaire en fonction du type d'habitat ($\text{Chi}^2 = 75,28$; $\text{dl} = 3$; $p = 3,16\text{E-}31$).

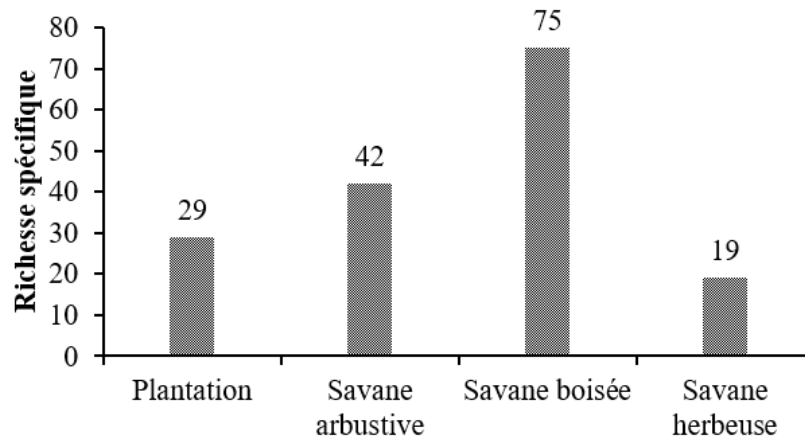


Figure 7 : Richesse spécifique en fonction du type d'habitat

3-1-4. Effort d'échantillonnage

Les estimateurs de la richesse spécifique utilisés ici ont permis de trouver une richesse spécifique estimée moyenne d'environ 158 espèces (**Tableau 1**). Le nombre d'espèces rencontrées étant de 97 espèces, ce qui signifie que 61 espèces manquent dans notre échantillonnage. En considérant le nombre d'espèces estimées et celles échantillonnées, l'effort d'échantillonnage pour notre étude est de 61,39 % (Soit 97/158).

Tableau 1 : Nombre d'espèces estimées à travers les estimateurs

Estimateurs	Richesse spécifique observée	Richesse spécifique estimé
Chao 2	97	154
Jackknife 2		161,58
Moyenne		157,79

3-1-5. Diversité des oiseaux rencontrés selon les habitats

En ce qui concerne la communauté aviaire du parc, on constate, d'après le **Tableau 2** qu'il y a eu une plus faible dominance d'une ou de plusieurs espèces dans les plantations ($D = 0,043$) suivie de la savane boisée ($D = 0,048$). Par contre, les indices de dominance d'une ou de plusieurs espèces d'oiseaux sont plus importantes dans la savane arbustive ($D = 0,055$) et dans la savane herbeuse ($D = 0,088$). L'indice de Shannon, bien qu'étant moyen dans les plantations, dans les savanes arbustives et dans les savanes boisées, présente la valeur la plus élevée dans la savane boisée ($H' = 3,543$ bits) (**Tableau 2**) ; la valeur la plus faible a été observée dans la savane herbeuse ($H' = 2,69$ bits). Quant à l'indice d'équitabilité (E), la valeur la plus élevée a été observée dans les plantations ($E = 0,820$) et la plus faible valeur obtenue dans les zones de savane boisée ($E = 0,809$).

Tableau 2 : Diversité aviaire intra-habitat dans le PNSO

	Plantation	Savane arbustive	Savane boisée	Savane herbeuse
Nombre d'espèce	29	42	75	19
Individus	78	139	1069	63
Dominance_D	0,043	0,055	0,048	0,088
Simpson_1-D	0,957	0,945	0,952	0,912
Shannon_H'	3,25	3,292	3,543	2,691
Equitability_E	0,965	0,880	0,820	0,914

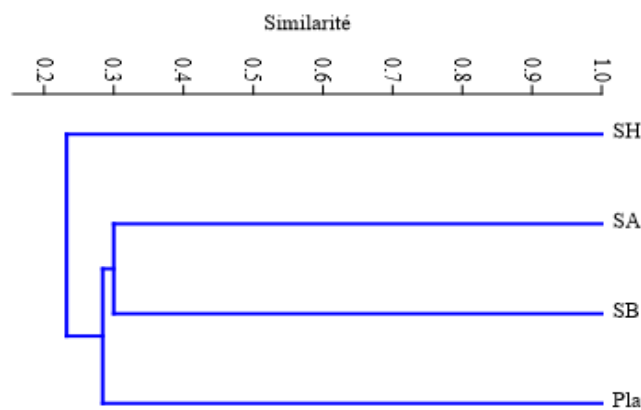
Légende : H' = indice de Shannon ; D = indice de Simpson (Dominance) ; E = indice d'équitabilité

3-1-6. Diversité inter-habitat

La comparaison des indices de similarité de Jaccard indique que les habitats visités lors de cette étude ne sont pas similaires, la similitude étant de loin inférieure à 50 %. Ce qui montre une grande différence dans la composition des communautés aviaires de ces types d'habitat (**Tableau 3**). La savane herbeuse ne possède aucune espèce en commun avec les plantations et les savanes arbustives. La similarité entre espèces de la savane boisée et celle des plantations, bien qu'étant faible, a été la plus élevée. Une classification hiérarchique présentant les habitats qui sont proches en termes de diversité est présentée par le dendrogramme (**Figure 8**). Elle montre également que les plantations, les savanes boisées et même les savanes arbustives sont plus proches les unes des autres en termes de diversité.

Tableau 3 : Matrice de similarité de Jaccard de la faune aviaire dans les différents habitats

Habitats	Plantation	Savane arbustive	Savane boisée	Savane herbeuse
Plantation	1,00	0,13	0,26	0,00
Savane arbustive		1,00	0,17	0,00
Savane boisée			1,00	0,12
Savane herbeuse				1,00



SB : Savane boisée ; SH : Savane herbeuse et SA : Savane arbustive

Figure 8 : Rapprochement des habitats en fonction de leur diversité

3-2. Impacts des activités humaine dans le PNSO

3-2-1. Distribution des activités anthropiques

Cinq (05) grandes catégories de pression sont à distinguer dans le parc : pâturage (les campements peuls, présence des troupeaux (bovins, ovins ou caprins) ou leurs empruntes), braconnage (présence des braconniers ou leurs traces, pièges, fusils, cartouches, camps de braconniers et les traces de vélos de braconniers) ; activités agricoles (champs), déforestation (coupe de bois) et les autres activités (récolte du miel, ramassage et cueillette) (**Figure 9**). Le pâturage a été la principale menace rencontrée en terme du nombre d'indices de présence (149) dans le site d'étude, suivi du braconnage (120), leurs fréquences relatives étaient respectivement de 26,61 % et de 21,43 %. Les activités agricoles (création des plantations) viennent en troisième position, avec 115 indices soit 20,54 %, suivi de la déforestation (95 indices, soit 16,96 %) et enfin la catégorie autre activités (81 indices, soit 14,46 %). Une différence significative a été observée ($\chi^2 = 30,045$; $df = 4$; $p = 4,79E-06$) en comparant le nombre d'indices de contact liés aux différentes activités.

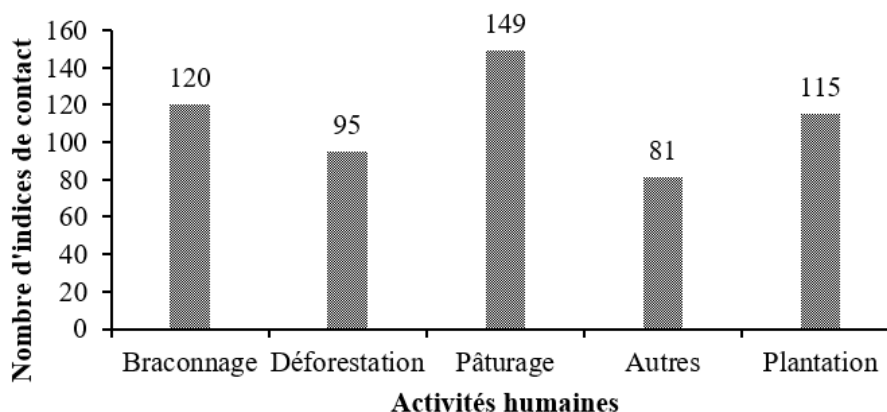


Figure 9 : Nombre d'indices de contact pour les différentes activités humaines de la zone d'étude

3-2-2. Effet des activités humaines sur la diversité des oiseaux du PNSO

L'analyse de la régression multiple réalisée dans le but de voir l'effet des différentes activités anthropiques (indice kilométrique de contact de pression par type d'activité) sur l'abondance des oiseaux (IKA) n'a pas présenté d'effet significatif ($P = 0,1233$) (**Tableau 4**). Les différentes activités anthropiques semblent ne pas avoir d'effet sur l'abondance des oiseaux dans la zone d'étude.

Tableau 4 : Régression multiple mettant en relations les IKA et les activités humaines

Paramètre	Estimation	Erreur type	t	Probabilité
CONSTANTE	0,00009	0,00006	1,55548	0,1233
Autres	0,99930	0,00114	877,463	0,0000
Braconnage	1,00092	0,00080	1250,68	0,0000
Déforestation	0,99971	0,00068	1466,63	0,0000
Pâturage	1,00009	0,00076	1323,8	0,0000
Plantation	1,00055	0,00091	1103,46	0,0000

3-3. Distribution globale des oiseaux et des espèces menacées

3-3-1. Distribution globale des oiseaux du PNSO

Il ressort de la **Figure 10** que les Oiseaux sont rencontrés dans toutes les parties du parc. Les points rouge foncé indiquent les zones de faible densité des Oiseaux et les points bleus celles de forte concentration des Oiseaux. Ainsi dans le parc national de Sena-Oura, on rencontre un grand nombre d'oiseaux dans les parties Nord-Ouest, Est et Sud-Est.

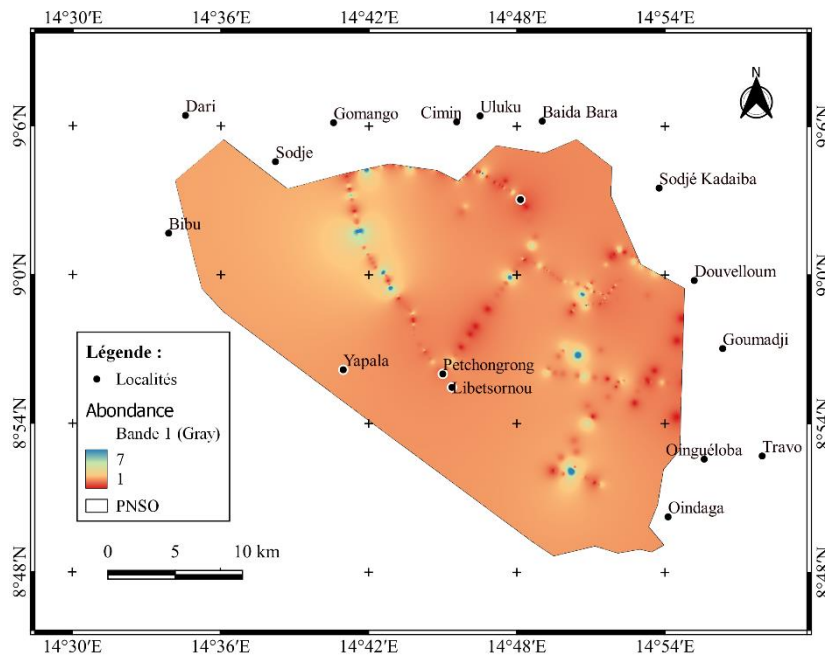


Figure 10 : Carte de la distribution globale des oiseaux dans le PNSO

3-3-2. Distribution des espèces menacées

La **Figure 11** présente la distribution des 04 espèces menacées selon l’UICN dans la zone d’étude dont une (01) est vulnérable (*Micronisus gabar*) et trois (03) Quasi- menacés (*Circus macrourus*, *Accipiter ovampensis*, *Lophaetus occipitalis*). Un seul individu de *Circus macrourus* a été rencontré dans la partie Nord-Est du parc. Il ressort de cette figure que l’abondance des espèces menacées reste très faible globalement dans toute la zone d’étude, bien qu’il existe quelques zones ou on observe une abondance moyenne (Nord-Ouest et Est du Parc).

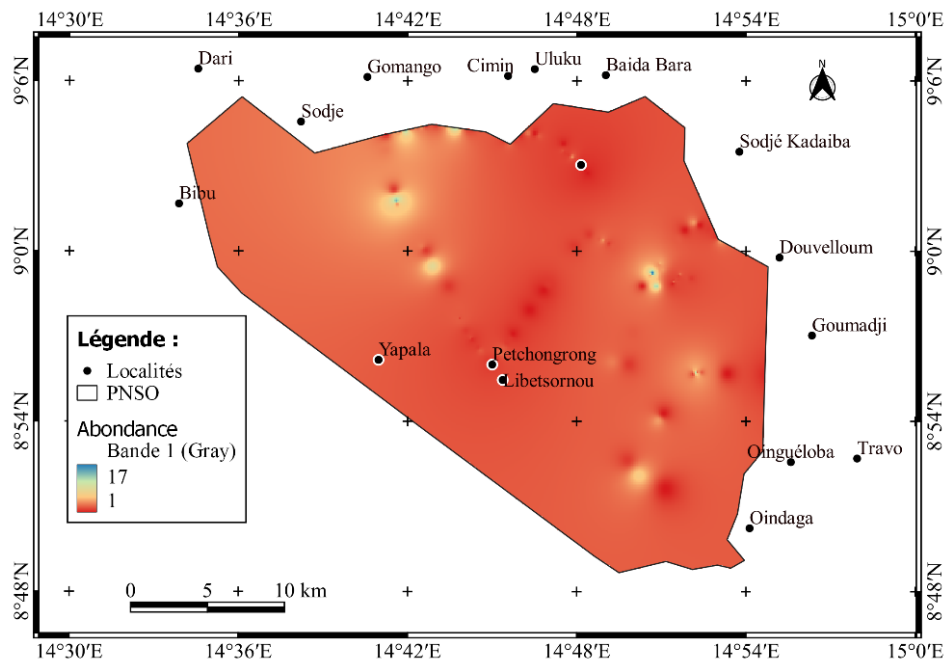


Figure 11 : Carte de la distribution des espèces menacées dans le PNSO

4. Discussion

4-1. Diversité des oiseaux dans le Parc National de Sena Oura

Un total de quatre-vingt-dix-sept (97) espèces d'oiseaux a été recensé dans le PNSO, réparties en quarante-six (46) familles et en quinze (15) ordres. Cette diversité, bien qu'importante, reste faible par rapport aux résultats obtenus dans la Réserve Forestière de Kalfou (RFK), au Cameroun [24]. Ce résultat est également très loin des 250 espèces trouvées dans le parc national de Bouba-Ndjida, Cameroun [25]. Les aires protégées citées ici appartiennent à la zone soudano-sahélienne, mais la différence constatée serait due à la période, la méthode et la durée de l'échantillonnage ou d'un certain nombre de facteurs locaux (pressions anthropiques et caractéristiques particulières de la végétation) pouvant influencer la richesse spécifique. Pour le parc national de Bouba-Ndjida, l'échantillonnage avait été fait tout au long de l'année et les saisons prises en compte, ce qui n'est pas le cas pour le PNSO où les travaux ont été menés seulement pendant la grande saison des pluies et seule la méthode de dénombrement ponctuel a été utilisée. Les caractéristiques physiques (de nombreuses marres d'eau et de nombreuses plantations de céréales), biologiques (faune rencontrée et type de végétation), socioéconomiques (braconniers, exploitants forestiers, cultivateurs, etc.) et les techniques d'échantillonnage utilisées dans la RFK seraient à l'origine des variations de la richesse spécifique constatée. La présence d'un réseau hydrographique et les mares permanentes, riches en poissons, permettant à d'importantes colonies d'oiseaux d'eau et d'échassiers sédentaires, migrateurs africains et paléarctiques, de séjourner dans une localité en toutes saisons [19]. En effet, les mêmes auteurs soulignent que la présence des cours d'eaux dans ce Parc attire des espèces d'Oiseaux aquatiques [26], c'est qui n'est pas le cas au PNSO. La courbe de raréfaction croit sans pour autant atteindre une asymptote, ce qui montre que plusieurs espèces n'ont pas été identifiées (soit 61 espèces). L'effort d'échantillonnage bien qu'élevé, reste faible comparé aux résultats obtenus dans la Réserve Forestière de Kalfou (soit 79 %) [24].

La différence constatée s'explique par le fait que dans ces études, une combinaison de deux (02) méthodes (observation directe le long des transects et capture aux filets japonais) avaient été utilisées. Parmi les espèces rencontrées, 4 sont menacées et sont essentiellement des rapaces. La même observation a été faite dans la Réserve Forestière de Kalfou et sa zone périphérique [24]. Ce qui justifie que les rapaces sont les espèces les plus menacées dans leur habitat. Il ressort que les rapaces constituent le taxon le plus exposées aux menaces par rapport aux autres espèces de la zone d'étude et par conséquent méritent une attention particulière pour la conservation de la biodiversité. La présence d'espèces menacées dans le parc montre l'urgence de la protection et la conservation de la biodiversité. La position biogéographique et la structures des habitats favorisent la disponibilité de beaucoup d'espèces d'oiseaux [26]. Ces visiteurs, pour la plupart, se déplacent en réponse à des besoins biologiques, tels que la nécessité de trouver un site favorable à leur reproduction et à l'élevage des oisillons ainsi que les zones où ils peuvent s'alimenter. Les espèces sédentaires ou résidentes sont majoritaires parce qu'elles sont présentes dans la zone durant toutes les saisons [27]. Ce qui justifie que la zone d'étude est indispensable pour les espèces d'oiseaux non nicheurs en plus des oiseaux sédentaires. La conquête pour la ressource alimentaire et le site de la nidification sont les principales causes des migrations de l'avifaune [26]. En plus la zone d'étude est hétérogène, et renferme une grande diversité d'insectes (mouches, moustiques, papillons, criquet) servant de la nourriture aux insectivores et d'espèces végétales pour la nutrition, c'est aussi le lieu de la nidification des oiseaux. Cela justifie la présence importante des espèces migratrice, non nicheuses, sédentaires, visiteurs [19]. Selon le type d'habitat, la diversité a été plus importante dans la savane boisée comparée aux autres habitats. En effet, la savane boisée offre aux oiseaux un microclimat beaucoup plus favorable par rapport à d'autres habitats en raison des vents moins violents et des températures raisonnables à l'intérieur de cette formation végétale. Elles procurent aux oiseaux une protection contre les prédateurs, car ils sont assez farouches et

ne sont guère appréciés par l'homme [28]. Ce type de végétation est un site idéal pour le repos et la nidification des oiseaux. Cette grande diversité de l'avifaune de la savane boisée est confirmée par l'indice de Shannon qui a présenté la valeur la plus élevée, preuve que cet habitat est favorable pour la survie et la coexistence d'un grand nombre d'espèces. Les différences en termes de composition spécifique pourraient également s'expliquer par l'existence dans le parc d'un grand nombre d'espèces spécialistes.

4-2. Influence des activités humaines sur la diversité des oiseaux du PNSO

Il est connu que plusieurs facteurs influencent négativement la conservation de nombreuses espèces d'oiseaux : la perte, la dégradation et la fragmentation des habitats résultant d'activités humaines sur la biodiversité [29 - 30]. Dans nos travaux, l'analyse de corrélation multiple pour l'évaluation des effets des activités anthropiques sur l'abondance et la richesse spécifique n'a montré aucun effet significatif. La justification se trouverait dans le fait que la zone d'étude et une aire protégée qui bénéficie de la protection des services de conservation du gouvernement tchadien, ce qui réduit considérablement l'impact négatif des activités humaines sur l'avifaune. A cela s'ajoute l'appui de WCS (*Wildlife Conservation Society*) qui apporte un appui technique à la conservation des espèces fauniques dans le Complexe Bi national Sena Oura-Bouba Ndjidda (BSB Yamoussa). Leurs principaux axes stratégiques sont orientés vers la lutte contre le braconnage, le renforcement des capacités des écogardes, le suivi et la sauvegarde des espèces fauniques dans le PNSO. La présence humaine régulière dans les espaces protégés, la chasse, le braconnage et les feux de brousse volontairement allumés sont certainement à l'origine des densités faibles des espèces, malgré la grande richesse spécifique observée. Cependant la forte présence humaine dans le parc est à craindre pour la biodiversité, car la tendance pourrait être inversée s'il y a un recul dans la surveillance du parc. Les activités anthropiques telles que le braconnage, la déforestation, le pâturage etc. ont des impacts néfastes sur la faune aviaire [31-32]. Les activités humaines contribuent à créer des habitats avec de nombreuses fonctions écologiques car elles modélisent la structure et la dynamique du paysage ainsi que la conservation d'espèces et d'habitats menacés [33-34]. Les oiseaux sont très dépendants des facteurs de variation de l'habitat [3]. Cependant certains facteurs tels que la présence quasi permanente des éleveurs et des braconniers peuvent modifier le comportement des animaux. Dans ces habitats, les organismes ne se distribuent pas de façon aléatoire. Cette distribution est contrainte par un certain nombre de facteurs tels que la disponibilité en ressources alimentaires, l'exposition face aux prédateurs ou encore les relations inter et intraspécifiques.

4-3. Distribution spatiale des oiseaux du PNSO

L'étude de la distribution spatiale des oiseaux dans le PNSO confirme la très faible abondance des espèces observées. Néanmoins on note quelques zones de forte abondance en espèce, notamment dans les parties Nord-Ouest, Est et Sud-Est du parc. Les êtres vivants colonisent différents milieux d'une façon non hasardeuse et cette répartition dépend de leurs besoins et des caractéristiques physiques de l'environnement [35]. La forte concentration des oiseaux dans certains sites pourrait se justifier d'une part par des faibles pressions humaines rencontrées dans ces derniers. C'est dans cette zone que se font plus facilement les activités des patrouilles par rapport aux autres coins reculés du parc où l'accès semble être difficile.

4-4. Contribution de l'étude dans la conservation de l'avifaune du parc

La connaissance des effectifs des populations animales et leur distribution au sein d'une aire protégée permet de déterminer le statut des différentes espèces, d'évaluer les efforts de conservation et de fournir des informations nécessaires et indispensables au suivi écologique, à la surveillance et à la programmation des interventions de gestion et d'aménagement. La modélisation de la distribution spatiale de la faune

aviaire du Parc National de Sena Oura permettra de suivre sa dynamique spatio-temporelle, d'adapter les mesures de conservation, de comprendre les facteurs déterminants pour la présence des espèces, d'orienter les prospections sur le terrain, d'anticiper sur les changements de distribution des espèces sur le terrain et de localiser les habitats à protéger en priorité.

5. Conclusion

En somme, l'étude du peuplement d'oiseaux du PNSO est riche et diversifiée. Au total 97 espèces ont été identifiées et réparties en plusieurs familles et ordres. Cette diversité est en relation avec la structure écologique des différents habitats respectivement, la savane arborée ou boisée, la savane arbustive, la savane herbeuse et plantations et dépend étroitement de son état général de conservation. Ces oiseaux sont dépendants des écosystèmes naturels qui sont aujourd'hui progressivement modifiés par les activités anthropiques. Les différentes menaces rencontrées dans la zone lors de cet inventaire sont regroupées en cinq catégories à savoir les menaces liées aux activités pastorales, aux braconnages, aux activités agricoles, à la déforestation, à la cueillette et au ramassage. L'activité anthropique la plus ressentie dans le parc est celle du pastoralisme. Le PNSO renferme des espèces menacées selon UICN et qui appartiennent toutes à la famille des Accipitridae. La distribution spatiale des oiseaux observés dans le parc est calquée sur la structure de la végétation et l'impact des activités humaines qui conditionnent la distribution spatiale de l'avifaune. L'ensemble des informations fournies par cet étude pourra être utile aux gestionnaires du parc pour l'amélioration de la gestion du parc et la conservation des espèces.

Références

- [1] - BirdLife International, Etat des Oiseaux d'Afrique. Indicateurs de notre environnement en mutation, (2018) 74 p. La Data Zone <http://datazone.birdlife.org>
- [2] - M. LOUETTE, L. BIJNENS, U. D. AGENONGA et C. R. FOTSO, The utility of birds as bioindicators: case studies in "Equatorial Africa", Longman, *Belg. J. Zool.*, 125 (1995) 157 - 165
- [3] - O. LOUGBEGNON, E. VISSIN et C. HOUNDENOU, Biodiversité de la faune avienne au Benin : état de la connaissance, statut et répartition dans les différents écosystèmes. Cahier de maîtrise professionnelle. Université d'Abomey-Calavi, Vol. 4, (7) (2012) 21
- [4] - B. SINSIN, E. AHOKPE, O. TEKA et I. TOKO, Dénombrement de la faune dans la réserve de la biosphère de la Pendjari- GTZ/CENAGREF/MDR., (2002) 44 p.
- [5] - BirdLife International, State of the world's birds : indicators for our changing world. Cambridge, UK: BirdLife International, (2004) 76 p. https://datazone.birdlife.org/userfiles/docs/SOWB2004_en.pdf
- [6] - C. J. WHELAN, C. H. SEKERCIOGLU and D. G. WENNY, Why Birds Matter : From economic ornithology to ecosystem services. *Journal of Ornithology*, 156 (2015) 227 - 238
- [7] - M. C. BETT, M. MUCHAI and C. WAWERU, Effects of human activities on birds and their habitats as reported by forest user groups in and around North Nandi Forest, Kenya. *Scopus*, 37 (2) (2017) 24 - 31
- [8] - BirdLife International, Etat des populations d'oiseaux dans le monde : prenons le pouls de la planète. Cambridge, UK : BirdLife International, La Data Zone, (2018) 80 p. <http://datazone.birdlife.org>
- [9] - UICN/PAPACO, Evaluation de l'efficacité de la gestion des aires protégées : aires protégées du Tchad, (2008) 11 p.
- [10] - Plan d'Aménagement du Parc National de Sena-Oura, Complexe bi national Sena-oura-Bouba Ndjidda (BSB yamoussa), (2020) 121 p.

- [11] - D. MARAMBAYE, D. HAUSWIRTH, M. NAITORMAIDE et K. MBAISSISSEM, Gestion intégrée des Ecosystèmes. Modes de gestion de la fertilité en Zone Soudanienne du Tchad. Rapport provisoire, (2020) 253 p.
- [12] - A. BEAUVILAIN, La pluviométrie dans le bassin du Lac Tchad. In : Atlas d'élevage du bassin du Lac Tchad = Livestock atlas of the Lake Chad basin. De Zborowski Isolde. CIRAD-EMVT-Service Infographie-Cartographie (FRA). Wageningen : CTA, 11-21. ISBN 2-87614-248-1, (1996) 15 p.
- [13] - J. C. OLIVRY, Fleuves et rivières du Cameroun. MESRES - ORSTOM. Collection Monographies Hydrologiques de l'ORSTOM, Paris, N° 9 (1986) 733 p.
- [14] - Plan d'Aménagement PNSO, Complexe Bi National Sena Oura-Bouba Ndjidda (BSB Yamoussa). Rapport provisoire, (2009) 209 p.
- [15] - COMIFAC, Rapport annuel, (2010) 60 p. WWW.Comifac.org
- [16] - MERH (Ministère de l'Environnement et des Ressources Halieutique), Les modalités d'application du régime des faunes, (2014) 48 p.
- [17] - UICN (Union internationale pour la conservation de la nature), Rapport annuel de l'UICN, Gland, Suisse, (2017) 52 p.
- [18] - C. BIBBY, N. BURGESS and D. HILL, Bird census techniques. *Academic Press*, London, (1992) 302 p.
- [19] - N. BORROW and R. DEMEY, Birds of Western Africa. 2nd ed. Princeton University Press, Princeton, (2014)
- [20] - R. K. COLWELL et J. A. CODDINGTON, Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)*, 345 (1994) 101 - 118
- [21] - A. CHAO, Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics*, 43 (1987) 783 - 791
- [22] - J. HELTSHE et N. E. FORRESTER, Estimating species richness using the jackknife procedure. *Biometrics*, 39 (1983) 1 - 11
- [23] - P. LEGENDRE, Écologie numérique : La Structure des Données Écologiques. Masson Collection d'Écologie, Paris, (1984) 335 p.
- [24] - D. WANSANG, Diversité et distribution des oiseaux dans la reserve forestière de Kalfou et sa zone périphérique (Extreme- Nord, Cameroun). Memoire Master 2 recherche en Biologie des Organismes Animaux, (2021) 70 p.
- [25] - B. MIMBISSA, Parc National de Bouba Ndjidda. Fiche signalétique RAPAC, Gabon, (2012) 22 p.
- [26] - P. KOUAKOU, H. B. YAOKOKORE, G. KADIO, M. EKOUN, M. N'GUESSAN et KOUASSI, Diversité avifaunique du foret classé de N'ganda N'ganda (Sud -Est Cote d'Ivoire). Mémoire Master 2. Université Felix Houphouet Boigny. *Afrique Science*, 10 (13) (2014) 181 - 193
- [27] - M. LANGUY, The Birds of Cameroon. Their Status and distribution. Series student in Afrotropical zoology, *Terveiren Royal Museum for Central Africa*, Vol. 299, (2019) 567 p.
- [28] - NDAYIKENGURUKIYE, Inventaire de l'avifaune de la ville de Bujumbura. Relation avec les facteurs de l'habitat. Mémoire de D.E.A en Biologie appliquée. Université de Burundi OMPO, (2005) 163 p.
- [29] - P. BUGENTHO, Matériaux de construction et biométrie comparées des nids de *Lonchura cucullata* Swaison, 1837 (Passeriformes, Estridiidae) dans l'écosystème urbain de Kisangani (R.D. Congo), TFC inédit Fac des sciences Unikis, (2007) 40 p.
- [30] - G. N. KOUGOUUM PIEBENG, S. A. TAMUNGANG, G. ZECHIA MOFOR and A. TÉGUIA, Socio-economic Impact on Grey Parrot Survival, Implications on the Conservation of the Species in Kom National Park-Mengame Gorilla Sanctuary Complex, South-Cameroon. *Journal of Environment and Ecology (JEE)*, 11 (2) (2020) 31 - 48 doi:10.5296/jee.v11i2.17460
- [31] - T. M. BROOKS, R. A. MITTERMEIER, G. A. B. DA FONSECA, A. B. RYLANDS, W. KONSTANT, P. FLICK, Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Cons. Biol*, 16 (2002) 909 - 923

- [32] - J. P. BELAUD, C. ADOUE, C. VIALLE et al., A circular economy and industrial ecology toolbox for developing an eco-industrial park: perspectives from French policy. *Clean Techn Environ Policy*, 21 (2019) 967 - 985. <https://doi.org/10.1007/s10098-019-01677-1>
- [33] - G. HAAS, F. WETTERICH et U. KÖPKE, Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 83 (2001) 43 - 53
- [34] - AKOBI et I. YOUSOUFA, Distribution et diversité de la faune aviaire de la ville de Niamey et de sa principale zone humide, le fleuve Niger, (2018) 2643
- [35] - H. AMELAID, Etude de la dynamique et spatio-temporelle et inventaire de populations des oiseaux d'Anjouan en union de Comores. Master recherche en analyse des populations des espaces fauniques et halieutiques. Université polytechnique de Bobo- Dioulasso, (2013) 57 p.