

Espèces indicatrices d'oiseaux de la zone humide d'importance internationale du Sud-Ouest du Bénin (Site Ramsar 1017)

Sagbo Hugues Wilfrid AZONNINGBO*, Jacques Boco ADJAKPA,
DM Grâce Floriane CHIDIKOFAN et Emile Codjo AGBANGBA

Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée (LARBA), Département de Génie de l'Environnement, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Université d'Abomey-Calavi (UAC), 01 BP 2009 Cotonou, Bénin

* Correspondance, courriel : azonningbo88@gmail.com

Résumé

Les oiseaux sont des bio-indicateurs de santé écologique des zones humides. L'étude vise à sélectionner les espèces indicatrices d'oiseaux de la zone humide d'importance internationale du Sud-Ouest du Bénin. La méthode d'analyse IndVal (Indicator Values) a été utilisée pour déterminer la valeur indicatrice des espèces d'oiseaux du lac Ahémé, de la lagune côtière et du Bas Delta du Mono et des saisons climatiques. La significativité de ces valeurs a été appréciée par les tests de permutation. Au total, 4 espèces indicatrices de la grande saison pluvieuse, 2 de la petite saison pluvieuse et 8 de la grande saison sèche sont identifiées. Vingt-quatre (24) espèces indicatrices d'oiseaux de la lagune côtière, 18 du Bas Delta du Mono et 10 du lac Ahémé sont sélectionnées. Les informations obtenues sont utiles pour l'élaboration des politiques de développement durable du Site Ramsar 1017.

Mots-clés : *oiseaux, espèces indicatrices, IndVal, site Ramsar 1017, Bénin.*

Abstract

Indicators species of birds of wetland of international importance of Southwest of Benin (Ramsar site 1017)

Birds are bio-indicators of ecological health of wetland. The purpose of this study is to select the indicator bird species of Wetland of International Importance of South-West of Benin. IndVal (Indicator Values) method was used to determine the indicator value of bird species of Aheme lake, coastal lagoon and Low Mono Delta and climatic seasons. The significance of these values were appreciated by the permutation tests. At total, 4 indicator species of the long rainy season, 2 indicator species of the short rainy season and 8 indicator species of the long dry season are identified. Twenty-four (24) species indicative of the coastal lagoon, 18 of the Lower Mono Delta and 10 of Aheme lake. These informations are useful for the elaboration of sustainable development policies of Ramsar Site 1017.

Keywords : *bird, indicators species, IndVal, Wetlands, Ramsar site 1017, Benin.*

1. Introduction

Les oiseaux représentent une des composantes de l'environnement biologique les plus visibles des milieux humides [1, 2]. Présents dans les écosystèmes artificiels et naturels, les oiseaux ont conquis une multitude de niches écologiques [3]. Leurs spécialisations et leurs exigences spatiales rendent de nombreuses espèces sensibles aux changements des caractéristiques de leurs sites de nidification, de repos, de gagnage et d'hivernage ; ce qui leur confère une évidente valeur bio-indicatrice [4, 5]. Face aux changements climatiques et à la dégradation des zones humides, il est indispensable de s'appuyer sur des espèces animales et végétales caractéristiques qui intègrent à la fois les facteurs biotiques et abiotiques pour suivre l'évolution écologique de ces milieux. Les oiseaux constituent le meilleur modèle biologique des zones humides en raison de leur accessibilité à l'observation, de leur comportement généralement diurne, de leur distribution dans les trois dimensions de l'espace et de la diversité de leurs réponses face à différentes sources de perturbations [6 - 11]. L'identification des espèces indicatrices des conditions du milieu est une approche classique souvent utilisée en écologie pour la conservation, l'aménagement des écosystèmes et le suivi environnemental car elles indiquent les conditions environnementales et les niveaux de stress anthropiques qui prévalent dans les types d'habitats [12 - 16]. En effet, l'écologie de nombreuses espèces d'oiseaux étant de mieux en mieux connue, les changements observés dans leur abondance peuvent être mieux interprétés [17]. Ainsi, à travers la valeur indicatrice de leur peuplement, les oiseaux peuvent fournir une signification écologique sur le fonctionnement du milieu [18, 19]. La zone humide du Sud-Ouest du Bénin (Site Ramsar 1017) abrite 217 espèces d'oiseaux résidents et migrateurs [20]. Cependant, il n'existe pas de connaissances sur les espèces indicatrices de cette zone. L'objectif de cette étude est d'identifier les espèces indicatrices de l'avifaune du Site Ramsar 1017.

2. Méthodologie

2-1. Milieu d'étude

Le milieu d'étude est situé entre les parallèles 6° 10' et 6° 17' de latitude Nord et les méridiens 1° 54' et 1° 57' de longitude Est (*Figure 1*).

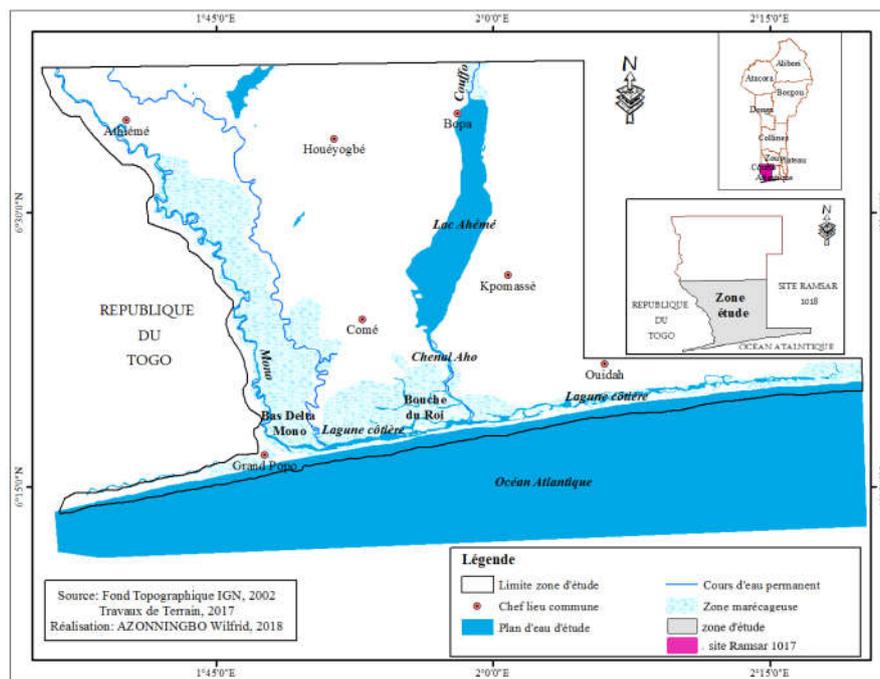


Figure 1 : Carte de la zone d'étude

Le climat est de type subéquatorial marqué par deux saisons de pluies (mars à juillet et septembre à octobre) et deux saisons sèches (novembre à février et août). La précipitation moyenne annuelle est 1356 mm avec un taux d'humidité relative se situant entre 65 et 95 %. La température moyenne est élevée en saison sèche (29,5 °C) et relativement faible en saison pluvieuse (26,5 °C). Les sols sont de types modaux dans les milieux marins littoraux, hydromorphes à pseudogley, vertisols dans la dépression médiane, ferralitiques sur les plateaux continentaux, halomorphes et les lithosols en milieu estuarien [21]. Le réseau hydrographique est constitué des estuaires du Mono et de la Sazoué (vers l'ouest), du lac Ahémé (long de 24 km) avec son affluent le fleuve Couffo et son effluent le chenal Aho (au centre) et d'une lagune côtière longue de 65 km s'étendant depuis Agoué jusqu'à Togbin (vers l'Est) [22]. La végétation est composée de mangroves à *Rizophora racemosa* et *Avicennia germinans*, de savanes marécageuses à *Andropogon gyanus*, de prairies inondables à *Paspalum vaginatum* et *Phoenix reclinata* et enfin des plantations de *Cocos nucifera*, d'*Eleais guineensis* et d'*Acacia auriculiformis*. Les principaux macrophytes rencontrées sur les plans d'eau sont la jacinthe d'eau (*Eichlornia crassipes*) et la laitue d'eau (*Pistia stratiotes*) qui disparaissent lorsque la salinité augmente en saison sèche [23]. Les activités socio-économiques pratiquées dans la zone d'étude sont l'agriculture, l'élevage, la pêche, la saliculture, l'ostréiculture, le tourisme, le commerce et le transport fluvio-lagunaire [24].

2-2. Matériel

Des paires de jumelles (Minolta 10 x 50) et de longue vue (20 x 60) ont été utilisées pour observer les oiseaux. L'identification des espèces d'oiseaux a été faite suivant les guides de terrain de [25, 26].

2-3. Collecte des données

L'inventaire des oiseaux a été effectué de janvier 2015 à décembre 2016 avec deux observations par mois, soit au total 48 sorties ornithologiques sur les plans et cours d'eau suivants : le lac Ahémé, la lagune côtière et le Bas Delta du Mono. Les recensements ont été effectués entre 7 et 19 h lorsque d'une part les conditions météorologiques sont favorables, et d'autre part le dérangement causé par les usagers des plans et cours d'eau est de moindre envergure [5, 27]. La nomenclature des espèces observées est celle de [26].

2-4. Analyse des données

L'analyse des espèces indicatrices a été effectuée sur 217 espèces d'oiseaux recensées par [20]. La méthode Indicator Species Analysis (IndVal) développée par [12] a été utilisée. Elle offre l'avantage de combiner à la fois la fréquence et l'abondance des espèces pour évaluer leurs caractères indicateurs. Premièrement, la valeur indicatrice des espèces a été calculée suivant les stations et les saisons climatiques. Une espèce est dite indicatrice de station ou saison si elle y est en même temps très abondante et très fréquente. Cette valeur mesure la valeur prédictive de l'espèce comme indicatrice des conditions prévalant dans une station ou une saison [28]. Elle est donnée par *l'Équation* [12] :

$$IndVal_{ij} = A_{ij} \times B_{ij} \times 100 \quad (1)$$

Avec

$$A_{ij} = \frac{N \text{ individus } ij}{N \text{ individus } i} \quad (2)$$

$$B_{ij} = \frac{N \text{ sites } ij}{N \text{ sites } j} \quad (3)$$

Où :

- $IndVal_j$ est la valeur indicatrice de l'espèce i dans le groupe de relevé j ;
- A_{ij} est la moyenne des abondances de l'espèce i dans les sites du groupe de relevés j par rapport à tous les groupes et mesure la spécificité de l'espèce pour un groupe ;
- B_{ij} est la fréquence relative d'occurrence de l'espèce i dans les sites du groupe j et exprime la fidélité de cette espèce à l'intérieur de ce groupe.

Ensuite, la significativité de la valeur indicatrice de l'espèce a été testée par les tests de permutation en l'occurrence le test de Monte-Carlo. Ce test a permis de vérifier si la préférence d'une espèce pour une station ou une saison climatique est significativement plus élevée que ne laisse supposer une distribution aléatoire [12]. L'analyse des espèces indicatrices se limite généralement à l'identification de singleton d'espèces (XXX, YYY, ZZZ, AAA, WWW) [28]. Toutefois, [28] ont proposé de tester les singletons, les paires d'espèces, les trios d'espèces, les quatuors d'espèces etc. les mieux indicatrices des habitats pour mieux renseigner sur l'écologie des habitats. Néanmoins, cette analyse s'est limitée aux singletons d'espèces comme l'ont suggéré les travaux de [28] afin de limiter la complexité dans l'identification des espèces indicatrices et d'éviter des nombres très importants de possibilités qui peuvent encore réduire la fiabilité de l'analyse et rendre parfois très longues les analyses. Toutes les analyses ont été réalisées dans le package *indicspecies* [28] du logiciel R [29] avec la fonction « *multi patt* ».

3. Résultats

3-1. Espèces indicatrices d'oiseaux des saisons climatiques

Les espèces indicatrices d'oiseaux, leurs valeurs indicatrices et les probabilités associées pour chaque saison sont présentées dans le **Tableau 1**. Il y a eu plus d'espèces indicatrices à la grande saison sèche qu'il n'y en a pour la grande et la petite saison des pluies. Au total, 14 espèces du peuplement avien de cette zone humide ont été sélectionnées comme indicatrices potentielles des saisons. Huit (8) espèces (soit 3,75 %) sont indicatrices de la grande saison sèche (GSS) avec des valeurs indicatrices élevées variant de 0,725 à 1 et des probabilités hautement significatives ($P < 0,05$). Il s'agit notamment de *Charadrius dubius*, *Charadrius hiacticula*, *Eurystomus glaucurus*, *Gallinago gallinago*, *Merops albicollis*, *Numenius phaeopus*, *Tringa glaelola* et *Tringa totanus* dont six (*Charadrius dubius*, *Charadrius hiacticula*, *Gallinago gallinago*, *Numenius phaeopus*, *Tringa glaelola*, *Tringa totanus*) sont des migrateurs de la région paléarctique. Quatre (4) espèces résidentes (soit 1,87 %), *Merops albicollis*, *Actophilornis africanus*, *Hypergerus atriceps* et *Ptilostomus afer*, sont indicatrices de la grande saison pluvieuse (GSP) avec des valeurs indicatrices comprises entre 0,632 et 0,756 et des probabilités hautement significatives ($P < 0,05$). Ces espèces sont toutes résidentes. Les seules espèces indicatrices de la petite saison pluvieuse (PSP) sont *Falco tinnunculus* et *Egretta ardesiaca* avec des valeurs indicatrices respectives de 0,913 et 0,894 et des probabilités associées significatives ($P < 0,05$). Aucune espèce n'est indicatrice de la petite saison sèche (PSS). Toutes les espèces indicatrices des trois saisons ont une fidélité (B) de 100 %. Par ailleurs, pour la grande saison sèche, seule l'espèce *Gallinago gallinago* a présenté une spécificité (A) et une fidélité (B) respective de 100 %. Elle a donc une valeur indicatrice optimale (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Espèces indicatrices d'oiseaux des saisons climatiques

Saisons	Espèces	A	B	IndVal	Prob.	Sig.
GSP	<i>Merops albicollis</i>	0.5714	1.000	0.756	0.009	**
	<i>Actophilornis africanus</i>	0.5000	1.000	0.707	0.032	*
	<i>Hypergerus atriceps</i>	0.4000	1.000	0.632	0.025	*
	<i>Ptilostomus afer</i>	0.4000	1.000	0.632	0.028	*
PSS	Néant	-	-	-	-	-
PSP	<i>Falco tinnunculus</i>	0.833	1.000	0.913	0.020	*
	<i>Egretta ardesiaca</i>	0.800	1.000	0.894	0.038	*
GSS	<i>Gallinago gallinago</i>	1.000	1.000	1.000	0.001	***
	<i>Charadrius dubius</i>	0.833	1.000	0.913	0.011	*
	<i>Charadrius hiaticula</i>	0.714	1.000	0.845	0.017	*
	<i>Tringa totanus</i>	0.667	1.000	0.816	0.011	*
	<i>Eurystomus glaucurus</i>	0.625	1.000	0.791	0.017	*
	<i>Merops albicollis</i>	0.555	1.000	0.745	0.018	*
	<i>Numenius phaeopus</i>	0.526	1.000	0.725	0.050	*
	<i>Tringa glaurola</i>	0.526	1.000	0.725	0.050	*

(A : Spécificité, B : Fidélité, Prob : Probabilité, Sig. = Niveau de significativité; GSP : Grande Saison Pluvieuse; PSP : Petite Saison Pluvieuse; GSS : Grande Saison Sèche
Codes de significativité : 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 'ns' '1'; IndVal ≥ 0,400)

3-2. Espèces indicatrices d'oiseaux des stations

Les valeurs indicatrices et les probabilités associées des espèces indicatrices d'oiseaux de chaque station sont indiquées dans le **Tableau 2**. Au total, 52 espèces sont indicatrices d'oiseaux des 3 stations dont 10 espèces (5,95 %) pour le lac Ahémé ; 24 (14,20 %) pour la lagune côtière et 18 (10,71 %) pour le Bas Delta du Mono (p < 0,05). Sur toutes les stations, certains taxons ont des valeurs indicatrices proches de 1 avec des probabilités associées très significatives (p < 0,001). Il s'agit de *Lamprotonis chloropterus*, *Macronyx croceus* et *Lanius senator* (Lac Ahémé); *Hypergerus atriceps*, *Platysteira cyanea*, *Laniaruis barbarus*, *Tuter afer* et *Tockus nasutus* (Lagune côtière); *Numenius phaeopus*, *Numenius phaeopus*, *Numenius arquata*, *Glareola pratincola*, *Burhinus senegalensis*, *Gelochelidon nilotica*, *Pluvialis squatarola*, *Pluvialis squatarola* et *Sterna bengalensis* (Bas Delta du Mono). De même, certaines espèces présentent une fidélité de 100 %. Ce sont *Actitis hypoleucos*, *Ardea cinerea*, *Numenius phaeopus* et *Sterna sandvicensis* du Bas Delta du Mono, *Macronyx croceus* sur le Lac Ahémé et *Hypergerus atriceps*, *Platysteira cyanea*, *Laniaruis barbarus*, *Pycnonotus barbatus* et *Ceryle rudis* de la Lagune Côtière.

Tableau 2 : Espèces indicatrices d'oiseaux des stations.

Stations	Espèces	A	B	IndVal	Prob.	Sig.
Lac Ahémé	<i>Lamprotonis chloropterus</i>	0,907	0,916	0,912	0,001	***
	<i>Macronyx croceus</i>	0,641	1	0,801	0,003	**
	<i>Lanius senator</i>	0,888	0,666	0,770	0,001	***
	<i>Charadrius marginatus</i>	0,634	0,833	0,727	0,007	**
	<i>Campethera brachyura</i>	0,809	0,583	0,687	0,005	**
	<i>Euplectes afer</i>	0,902	0,5	0,672	0,022	*
	<i>Spermestes cucullata</i>	0,659	0,666	0,663	0,027	*
	<i>Chrysococcyx klaas</i>	1	0,416	0,645	0,010	**
	<i>Apus affinis</i>	0,638	0,583	0,610	0,043	*

Stations	Espèces	A	B	IndVal	Prob.	Sig.	
Lagune côtière	<i>Ploceus tricolor</i>	0,989	0,333	0,574	0,019	*	
	<i>Hypergerus atriceps</i>	0,851	1	0,923	0,001	***	
	<i>Platysteira cyanea</i>	0,785	1	0,886	0,001	***	
	<i>Laniaruis barbarus</i>	0,699	1	0,836	0,001	***	
	<i>Lamprotornis splendidus</i>	0,760	0,916	0,836	0,002	**	
	<i>Streptopelia semitorquata</i>	0,741	0,916	0,825	0,002	**	
	<i>Turtur afer</i>	0,732	0,916	0,819	0,001	***	
	<i>Tockus nasutus</i>	0,865	0,750	0,806	0,001	***	
	<i>Pycnonotus barbatus</i>	0,610	1	0,781	0,004	**	
	<i>Streptopelia senegalensis</i>	0,658	0,916	0,777	0,003	**	
	<i>Crinifer piscator</i>	0,713	0,75	0,731	0,040	*	
	<i>Centropus senegalensis</i>	0,639	0,833	0,730	0,028	*	
	<i>Ardea purpurea</i>	0,567	0,916	0,721	0,022	*	
	<i>Ixobrychus minutus</i>	0,614	0,833	0,716	0,018	*	
	<i>Turdus pelios</i>	0,756	0,666	0,710	0,006	**	
	<i>Anthreptes gabonicus</i>	1	0,500	0,707	0,001	**	
	<i>Ceryle rudis</i>	0,491	1	0,701	0,030	*	
	<i>Ptilostomus afer</i>	0,833	0,583	0,697	0,017	*	
	<i>Tchagra senegalus</i>	0,693	0,666	0,680	0,021	*	
	<i>Cisticola galactotes</i>	0,659	0,666	0,663	0,011	*	
	<i>Ploceus cucullatus</i>	0,57	0,750	0,654	0,047	*	
	<i>Eurystomus glaucurus</i>	0,84	0,500	0,648	0,021	*	
	<i>Motacilla flava</i>	0,970	0,416	0,636	0,009	**	
	<i>Hedydipna collaris</i>	0,884	0,416	0,607	0,032	*	
	<i>Plocepasser superciliosus</i>	0,928	0,333	0,556	0,048	*	
	Bas Delta du Mono	<i>Numenius phaeopus</i>	0,954	1	0,977	0,001	***
		<i>Sterna sandvicensis</i>	0,791	1	0,890	0,001	***
		<i>Actitis hypoleucos</i>	0,768	1	0,876	0,017	*
<i>Numenius arquata</i>		0,880	0,833	0,856	0,001	***	
<i>Glareola pratincola</i>		0,896	0,750	0,820	0,001	***	
<i>Burhinus senegalensis</i>		0,806	0,833	0,820	0,001	***	
<i>Gelochelidon nilotica</i>		0,974	0,666	0,806	0,001	***	
<i>Egretta alba</i>		0,765	0,833	0,799	0,033	*	
<i>Pluvialis squatarola</i>		0,740	0,833	0,785	0,002	***	
<i>Sterna bengalensis</i>		1	0,583	0,764	0,001	***	
<i>Sterna maxima</i>		0,691	0,833	0,759	0,004	**	
<i>Pandion haliaetus</i>		0,857	0,666	0,756	0,002	**	
<i>Ardea cinerea</i>		0,520	1	0,722	0,033	*	
<i>Limosa limosa</i>		0,928	0,500	0,681	0,005	**	
<i>Sterna caspia</i>		1	0,416	0,645	0,007	**	
<i>Arenaria interpres</i>		0,791	0,500	0,629	0,012	*	
<i>Andropodus graciliorostris</i>		0,666	0,583	0,624	0,020	*	
<i>Limosa lapponica</i>		0,789	0,416	0,574	0,021	*	

(A : Spécificité, B : Fidélité, Prob : Probabilité, Sig. = Niveau de significativité, Codes de significativité : 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 'ns' '1 ; IndVal \geq 0,400)

4. Discussion

L'identification des espèces indicatrices d'oiseaux apporte de nouvelles informations sur la distribution spatiale et saisonnière des espèces d'oiseaux dans la zone humide d'importance internationale du Sud-Ouest du Bénin. Sur 217 espèces d'oiseaux recensées par [20], 12 espèces (soit 5,52 %) sont indicatrices des grandes saisons sèche et pluvieuse, 2 (soit 0,92 %) pour la petite saison pluvieuse. Cinquante-deux (52) espèces (soit 23,96 %) sont indicatrices de l'avifaune du complexe fluvio-lagunaire Lac Ahémé, Lagune côtière et Bas Delta du Mono (Site Ramsar 1017). Les valeurs élevées de la fidélité (B) des espèces indicatrices sélectionnées indiquent une forte corrélation avec les saisons ou station. Les résultats corroborent ceux de [30] qui ont signalé dans leur étude que ces espèces caractéristiques peuvent être spécialement utilisées comme indicatrices dans les processus de la conservation du patrimoine naturel. Elles sont importantes pour l'interprétation écologique des classifications des communautés d'oiseaux [10, 31]. En outre, plus de la moitié (75 %) des espèces indicatrices des saisons climatiques sont obtenues durant la grande saison sèche. La plupart (75 %) de ces espèces d'oiseaux observés sont des limicoles (*Gallinago gallinago*, *Charadrius dubius*, *Charadrius hiaticula*, *Numenius phaeopus*, *Tringa glaurola*, *Tringa totanus*). [32] a mentionné que les limicoles affectionnent les plages vasières durant la saison sèche et y viennent pour hiverner pendant cette période. Par ailleurs, l'étude a montré que les espèces indicatrices significatives sont retrouvées en majorité sur la lagune côtière. Ceci s'explique par le fait que les milieux lagunaires sont des milieux estuariens, intertidaux et littoraux où règne un micro-climat particulier caractérisé par des habitats diversifiés, productifs, favorables à la croissance de nombreuses espèces d'oiseaux [33]. La significativité notée a pour avantage de préciser la force de l'association entre cette station et les espèces identifiées [34]. Ceci traduit ainsi la préférence de ces espèces aux conditions environnementales qui prévalent dans ce milieu. Les espèces indicatrices d'oiseaux du Lac Ahémé comme *Lamprolornis chloropterus*, *Macronyx croceus*, *Lanius senator*, etc. sont majoritairement des espèces ubiquistes ou généralistes. [5, 20] ont confirmé que ces espèces sont caractéristiques des habitats ouverts des zones humides. Toutes les espèces indicatrices d'oiseaux du Bas Delta du Mono à plus de 95,5 % sont des oiseaux d'eau migrateurs. Elles sont signalées dans [26] comme caractéristiques des milieux humides.

5. Conclusion

L'étude des espèces indicatrices d'oiseaux de la zone humide d'importance internationale du Sud-Ouest du Bénin a permis de sélectionner 14 espèces indicatrices d'oiseaux de trois saisons climatiques et 52 espèces indicatrices d'oiseaux des stations étudiées. Ces espèces indicatrices significativement corrélées à ces saisons et stations sélectionnées par la méthode Indval constituent des outils pour la mise en place de mesures de conservation de cet écosystème humide côtier. Ces résultats témoignent du rôle cardinal que jouent les zones humides dans la conservation de la diversité biologique avienne.

Remerciements

Les auteurs remercient le "Centre de Recherche Ornithologique et de l'Environnement (CEROE)".

Références

- [1] - J. MISTRY, A. BERARDI and M. SIMPSON, Birds as indicators of wetland status and change in the North Rupununi, Guyana. *Word count*: 6836, (2007) 51 p.
- [2] - R. D. GREGORY, D. NOBLE, R. FIELD, J. MARCHANT, M. RAVEN and D. W. GIBBONS, Using birds as indicators of biodiversity. *Ornis Hungarica*, (2003) 11 - 24
- [3] - L. DELAHAYE, Sélection de l'habitat par les oiseaux forestiers et modélisation de leur distribution potentielle en chênaie et hêtraie ardennaise : impact de la composition et de la structure forestière. Thèse de doctorat de l'Académie universitaire de Wallonie-Europe (Belgique), (2006) 401 p.
- [4] - P. NEUENSCHWANDER, B. SINSIN and G. GOERGEN, Protection de la Nature en Afrique de l'Ouest : Une Liste Rouge pour le Bénin. Nature Conservation in West Africa: Red List for Benin. (eds) International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria, (2011) 365 p.
- [5] - B. J. ADJAKPA, W. A. ADJAKPA, N. E. LAWOUIIN, J. TOSSOU, P. D. M. WEESIE and L. E. AKPO, Spatio-temporel distribution and interannual variability of waterbirds of the lower valley of Ouémé in the South of Benin. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 31, 1 (2016) 4874 - 4888
- [6] - E. PADOA-SCHIOPPA, M. BAIETTO, R. MASSA and L. BOTTONI, Bird communities as bioindicators : The focal species concept in agricultural landscapes. ELSEVIER '*Ecological indicators*', 6 (2006) 83 - 93
- [7] - V. CARIGNAN and M. VILLARD, Selecting indicator species to monitor ecological integrity : A review. *Environmental Monitoring*, 78 (2002) 45 - 61
- [8] - J. ROCHE, C. GODINHO, J. E. RABAÇA, B. FROCHOT, B. FAIVRE, A. MENDES and P. C. DIAS, Birds as bio-indicators and as tools to evaluate restoration measures. *Proceedings 7th European Conference on Ecological Restoration*, (2010)
- [9] - M. HEATH and M. RAYMENT, Using bird data to develop biodiversity indicators for agriculture. Birdlife International, Wellbrook Court, Girton Road Cambridge, (2001) 24 p.
- [10] - P. TRYJANOWSKI and F. MORELLI (eds.), Birds as Useful Indicators of High Nature Value Farmlands. *Springer International Publishing*, (2017) 107 - 114
- [11] - F. B. YABI, T. O. LOUGBEGNON et J. T. C. CODJIA, Sélection des espèces indicatrices d'oiseaux des galeries forestières au Bénin (Afrique de l'Ouest). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11, 2 (2017) 651 - 669
- [12] - P. LEGENDRE and L. LEGENDRE, Numerical ecology, 3rd English edition. Elsevier '*Science BV*', Amsterdam, (2012) 397 p.
- [13] - M. DUFRENE and P. LEGENDRE, Species assemblages and indicator species : the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67 (1997) 345 - 366
- [14] - M. E. BAKER and R. S. KING, A new method for detecting and interpreting biodiversity and ecological community thresholds. *Meth. Ecol. Evol.*, 1 (2010) 25 - 37
- [15] - J. D. HOLLAND, Sensitivity of Cerambycid biodiversity indicators to definition of high diversity. *Biodivers Conserv*, 16 (2007) 2599 - 2609
- [16] - A. A. SIDDIG, A. M. ELLISON, A. OCHS, C. VILLAR-LEEMAN, M. K. LAU, How do ecologists select and use indicator species to monitor ecological change? Insights from 14 years of publication in Ecological Indicators. *Ecol. Ind.*, 60 (2016) 223 - 230
- [17] - I. WITTE and J. TOUROULT, Répartition de la biodiversité en France métropolitaine : une synthèse des Atlas faunistiques. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 1 (2014) 1 - 28
- [18] - J. MISTRY, A. BERARDI and M. SIMPSON, Birds as indicators of wetland status and change in the North Rupununi, Guyana. *Word count*: 6836, (2007) 51 p.
- [19] - K. BIRKHOFFER, A. RUSCHC, G. K. S. ANDERSSON, R. BOMMARCO, J. DÄNHARDT, B. EKBOM, A. JÖNSSON, R. LINDBORG, O. OLSSON, R. RADERI, M. STJERNMAN, A. WILLIAMS, K. HEDLUND, H. G. SMITH, A framework to identify indicator species for ecosystem services in agricultural landscapes. *Ecological Indicators*, 91 (2018) 278 - 286

- [20] - S. H. W. AZONNINGBO, J. B. ADJAKPA, F. E. DISSOU, F. OBOSSOU, D. M. G. F CHIDIKOFAN and E. C. AGBANGBA, Specific diversity of avifauna of wetland of international importance of Southwest Benin (Ramsar site 1017). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6 (6) (2018) 644 - 654
- [21] - E. AMOUSSOU, Variabilité pluviométrique et dynamique hydro-sédimentaire du bassin versant du complexe fluvio-lagunaire Mono-Ahémé-Couffo (Afrique de l'ouest). Thèse de Doctorat, Centre de Recherches de Climatologie, Université de Bourgogne, CNRS, (2010) 316 p.
- [22] - L. LE BARBE, G. ALE, B. MILLET, H. TEXIER, Y. BOREL and R. GUALDE, Les ressources en eaux superficielles de la République du Bénin. *Edition ORSTOM*, (1993) 540 p.
- [23] - C. J. HOUNDAGBA, F. TCHIBOZO and J. E. GNÈLÉ, Inventaire et caractérisation des écosystèmes des Complexes Est et Ouest des zones humides du Sud-Bénin. Rapport de synthèse, PAZH (Bénin), (2001) 88 p.
- [24] - B. SINSIN, A. E. ASSOGBADJO, B. TENTE, T. YO, J. ADANGUIDI, T. LOUGBEGNON, S. AHOUANSON-MONTCHO, E. SOGBOHOSSOU, E. PADONOU, P. AGBANI, Inventaire floristique et faunique des écosystèmes de mangroves et des zones humides côtières du Sud-Ouest Bénin. Rapport du projet TCP/BEN/3502 de La FAO réalisé par du Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA), Université d'Abomey-Calavi, (2018) 88 p.
- [25] - W. SERLE et J. G. MOREL, Les Oiseaux de l'Ouest Africain. Delachaux et Niestlé, (1993) 331 p.
- [26] - N. BORROW and R. DEMEY, Oiseaux de l'Afrique de l'Ouest. Edition française, Delachaux et Niestlé, Paris, (2015) 800 p.
- [27] - C. J. BIBBY, N. D. BURGESS and D. A. HILL, Bird census techniques. Academic press, London, (1992) 257 p.
- [28] - M. De CACERES and P. LEGENDRE, Associations between species and groups of sites : indices and statistical influence. *Ecology*, 90 (12) (2009) 3566 - 3574
- [29] - R. C. TEAM, A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna (Austria), (2015)
- [30] - M. De CACERES, P. LEGENDRE, S. K. WISER, L. BROTONS, Using species combinations in indicator value analyses. *Methods in Ecology and Evolution*, British Ecological Society, 3 (6) (2012) 973 - 982
- [31] - J. MOHD-AZLAN, R. A. NOSKE and M. J. LAWES, Avian species-assemblage structure and indicator bird species of mangroves in the Australian monsoon tropics. *Emu*, 112 (2012) 287 - 297
- [32] - P. TRIPLET, Manuel d'étude et de gestion des oiseaux et de leurs habitats en zones côtières. Cultures et développement durable, *ESTUARIA*, (2012) 775 p.
- [33] - P. FARINOS-CELDREN, F. ROBLDANO-AYMERICH, M. F. CARREÑO et J. MARTINEZ-LOPEZ, Spatio-temporal Assessment of Littoral Waterbirds for Establishing Ecological Indicators of Mediterranean Coastal Lagoons. *Int. J. Geo-Inf.*, 6, 256 (2017) 17 p.
- [34] - L. H. ZINSOU, H. AGADJIHOUEDE, P. GNOHOSSOU and P. LALEYE, Analyse et Illustration de La Valeur Indicatrice des espèces Macrobenthiques du Delta de l'Ouémé Au Bénin. *European Scientific Journal*, 13, 5 (2017) 333 - 351
- [35] - B. GENIN, C. Chauvin and F. MENARD, Cours d'eau et indices biologiques. Educagri éditions, Dijon, (2003) 222 p.