

# Caractérisation de la distribution spatio-temporelle de l'avifaune inféodée à la rivière Banco (Parc National du Banco, Abidjan, Côte d'Ivoire)

Essé Savorgnan ASSA, Kouakou Pierre KOUADIO, Kadio Saint Guillaume ODOUKPE, Hilaire K. YAOKOKORE-BEÏBRO\*

UR de Biologie de la Conservation et Gestion de la Faune, Laboratoire de Zoologie et Biologie Animale, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 22 B.P. 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

\*Auteur correspondant ; E-mail : [hyaokokore@yahoo.fr](mailto:hyaokokore@yahoo.fr) / [hyaokokore@gmail.com](mailto:hyaokokore@gmail.com) / Tel +225 07 634 265

Original submitted in on 20<sup>th</sup> May 2019. Published online at [www.m.elewa.org/journals/](http://www.m.elewa.org/journals/) on 30<sup>th</sup> September 2019  
<https://dx.doi.org/10.4314/jab.v14i1.3>

## RESUME

*Objectifs* : Les oiseaux d'eau constituent de bons bio-indicateurs de la qualité des écosystèmes aquatiques. La distribution spatio-temporelle de ceux de la rivière Banco n'a jamais fait l'objet d'étude. Cette distribution a été étudiée de juin 2015 à mai 2017 afin de pallier le déficit d'informations sur ce groupe zoologique et contribuer à une meilleure connaissance de la santé écologique de la rivière Banco soumise à des pressions anthropiques croissantes.

*Méthodologie et résultats* : La méthode des Indices ponctuels d'Abondance a permis d'inventorier 18 espèces. La carte de Kohonen (self-organizing map, SOM) a été utilisée pour analyser leur distribution spatio-temporelle. Trois groupes, principalement liés à la position spatiale des stations et aux saisons ont été identifiés. Le modèle issu de la SOM est caractérisé par l'abondance des espèces suivant les différents cours (supérieur, moyen et inférieur) de la rivière et les saisons. Une telle distribution des espèces colonisant davantage le cours moyen de la rivière, révèle la présence de 100 % d'espèces dans l'ensemble des stations S5 à S9 et de 17 espèces à la grande saison sèche (GSS) notamment dans les mois de décembre, janvier, février et mars.

*Conclusion et application* : Cette étude donne une distribution zonale et saisonnière des oiseaux d'eau de la rivière Banco. La connaissance de cette variation spatio-temporelle est un outil essentiel dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques de gestion durable pour la protection des oiseaux d'eau de la rivière Banco, de sa qualité et en l'occurrence le Parc National du Banco (PNB) en général.

**Mots clés** : Oiseaux d'eau, Distribution spatio-temporelle, Rivière Banco, Parc National du Banco, Côte d'Ivoire.

## Characterization of spatio-temporal distribution of water birds of the Banco River (Banco National Park, Abidjan), Côte d'Ivoire

### ABSTRACT

*Objectives*: The water birds constitute good biological indicators of the quality of aquatic ecosystems. The spatio-temporal distribution of water birds of the Banco River has never been subject of study. This distribution was studied from June 2015 to May 2017 in order to compensate for the lack of information on

this zoological group and to contribute to a better knowledge of the ecological health of the Banco River subjected to increasing human pressures.

**Methodology and Results:** The method of Abundance Point Indices used, allowed inventory 18 species. And to analyze the spatio-temporal distribution of those, the Kohonen map (self-organizing map, SOM) was used. Using this map, the samples were classified in three groups, mainly related to the spatial position of the stations and to the seasons. The model resulting from the SOM is characterized by the abundance of the species according to the different courses (superior, middle and inferior) of Banco River and the seasons. Such a distribution of the species more colonizing the middle course of the river reveals the presence of 100% of the species at stations S5 to S9 with and of 17 species at the great dry season (GSS) in particular in January, December, February and March.

**Conclusion and application:** This study gives a zonal and seasonal distribution of water birds of the Banco River. The knowledge of this spatio-temporal distribution is an essential tool in the development, the implementation of the policies of durable management and protection of the birds of the Banco River, of its quality and in fact the Banco National Park (BNP) in general.

**Keywords:** Water birds, Spatio-temporal distribution, Banco River, Banco National Park, Côte d'Ivoire

## INTRODUCTION

Les oiseaux d'eau constituent de bons indicateurs de la qualité des écosystèmes aquatiques (Bibby *et al.*, 1992 ; et Götschalk *et al.*, 2007). La capacité indicatrice de ceux-ci découlerait de leur large distribution, de leur mobilité, de leur réponse rapide aux changements environnementaux, de leurs besoins variés en habitats et de leur facilité d'observation (Owino *et al.*, 2001 ; Everard, 2008). Aussi, leur position élevée dans la chaîne trophique les rend-t-elle sensibles aux changements qui se produisent dans les niveaux trophiques inférieurs le plus souvent difficiles à observer (Kushlan, 1993 ; Everard, 2008). Au PNB, malgré les travaux réalisés sur l'avifaune

(Lachenaud, 2006 ; Kouadio *et al.*, 2014; Yaokokoré-Béibro *et al.*, 2014), la distribution spatiale et la variation saisonnière de l'avifaune inféodée à la rivière Banco demeure peu connue. Ainsi, le manque d'informations sur la distribution des oiseaux de la rivière constituerait un handicap dans l'élaboration des stratégies de gestion durable du PNB. C'est ainsi que ces travaux ont été initiés pour connaître la distribution spatio-temporelle de l'avifaune inféodée à cette rivière. Il s'agira plus spécifiquement : de déterminer la richesse spécifique et l'abondance des oiseaux d'eau de la rivière Banco le long de celle-ci et selon les saisons.

## MATERIEL ET METHODES

**Site d'étude :** La rivière Banco (Figure 1), située dans le Parc National du Banco (5°21' et 5°25' N ; 4°01' et 4°05' O), a un bassin versant d'une superficie de 56 km<sup>2</sup>, d'une profondeur moyenne d'un mètre (1 m) et une longueur de 9 km (Loroux, 1978). Cette rivière a un débit toujours supérieur à 1,35 m<sup>3</sup>/s (Cougny *et al.*, 1995). Aussi, le PNB est-il soumis à un climat tropical à quatre saisons avec une grande saison sèche (GSS) (décembre à mars), une grande saison des pluies (GSP) (avril à juillet), une petite saison sèche (PSS) (août à septembre) et une petite saison des pluies (PSP) (octobre à novembre) (Tutiempo, 2017). Cette rivière renferme en son sein 28 espèces d'amphibiens (Tohé *et al.*, 2008) et 132 taxons de macro invertébrés aquatiques (Camara *et al.*, 2012).

**Matériel technique :** Le matériel pour l'échantillonnage de l'avifaune de la rivière Banco était constitué : d'une paire de jumelles (Classic II Minolta; 10 x 50 binoculaires) pour l'observation des oiseaux vus (perchés, au repos au sol, en vol ou en nage); d'un GPS (MapSource Garmin GPS 60 CSx) pour repérer et géolocaliser les différentes stations; d'un dictaphone (PHILIPS, DVTT1100) pour l'enregistrement des chants et cris des oiseaux entendus ; d'un guide d'identification (Borrow et Demey, 2012) pour identifier les individus d'oiseaux observés ; de la collection discographique de Chappuis (2000) sur les chants et cris d'oiseaux de l'ouest africain ayant permis de reconnaître les vocalisations des individus.

**Collecte des données :** Pour échantillonner les oiseaux de la rivière Banco, 12 stations d'écoute ont été repérées à l'aide du GPS sur la base de leur accessibilité et réparties chacune à un mètre le long de la berge de ladite rivière (Figure 1). La distance comprise entre deux stations consécutives a été de 300 mètres. Cela permet d'éviter les doublons lors des relevés d'avifaune (Bibby *et al.*, 1998). Sur la base du cours évolutif et de la longueur de chaque cours (inférieur, moyen et supérieur) de la rivière, les différentes stations ont été repérées et classées en fonction de l'accessibilité. D'abord dans le cours inférieur de la rivière, les stations S1, S2, S3 et S4 ont été repérées. Ensuite, dans le cours moyen de la rivière ont été repérées les stations S5 à S9. Enfin, les stations S10 à S12 ont été repérées dans le cours supérieur de la rivière (Figure 1). Chaque station a été décrite dans un rayon de 50 mètres (rayon à partir duquel les échantillonnages des oiseaux ont été effectués) à travers les variables telles que la présence de vase au niveau de la berge, les formations végétales, structure de la canopée du plan d'eau (ouvert avec degré d'ouverture > 50 % ou fermé avec degré d'ouverture < 50 %), le contact ou non avec les eaux usées (eaux usées de la MACA et eaux de ruissellement en provenance d'Abobo) et la présence ou non de déchets solides dans le lit de la rivière (Tableau 1). Dans l'optique de connaître la distribution spatio-temporelle des oiseaux d'eau de la rivière Banco sur deux cycles annuels (avec quatre saisons par cycle) cette étude a été réalisée de juin 2015 à mai 2017. Pendant la période d'étude, les inventaires d'oiseaux ont été faits mensuellement : deux jours

successifs d'échantillonnage par mois pour les stations S1 à S6 et deux autres jours successifs de relevés d'avifaune, pour les stations S7 à S12. Ces relevés diurnes d'avifaune ont été réalisés de 06h à 12h 30 et de 15h à 18h selon la méthode des Indices Ponctuels d'Abondance ou IPA (Blondel *et al.*, 1970). A chaque station, l'observateur a identifié et recensé dans un rayon de 50 mètres, tous les oiseaux vus ou entendus, durant un laps de temps de 20 min (Bibby *et al.*, 1998). Les données ainsi récoltées au niveau des stations respectives ont été analysées à partir des cartes auto-organisatrices dites self-organizing maps (SOM) de Kohonen (1982). A la différence des méthodes conventionnelles telles que l'analyse en composantes principales (ACP), cet outil est connu pour fournir des classifications et des ordinations plus appropriées que les analyses multivariées conventionnelles. Aussi la méthode SOM tient-elle compte des espèces rares souvent contenues dans les bases de données écologiques (Brosse *et al.* 2001; Giraudel et Lek 2001) et la formation des groupes est faite sans hypothèse a priori. Cette méthode a été utilisée pour ordonner les échantillons en fonction des assemblages d'espèces. La taille de la SOM est choisie selon les règles empiriques habituelles définies par la formule:  $C = 5 \cdot n^{0.543}$  où C est le nombre de cellules et n le nombre d'échantillons (Bottin *et al.*, 2013). Une fois la carte obtenue, une analyse de classification hiérarchique (ACH) basée sur la méthode Ward comme critère d'agrégation et la distance euclidienne permet ensuite de mettre en évidence des assemblages d'objets réels sur la carte (Park *et al.* 2003).

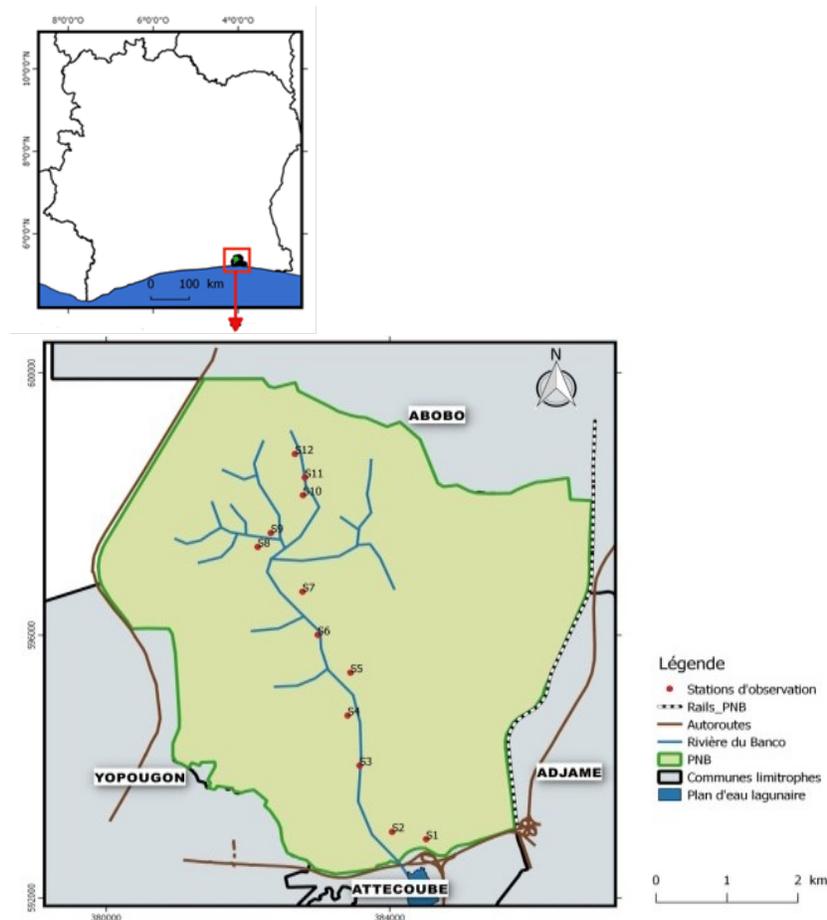


Figure 1 : Localisation de la rivière Banco et des différentes stations d'échantillonnage

Tableau1 : Présentation de variables environnementales selon les stations d'échantillonnage

Variables	Vase	Formations végétales					Plan d'eau	
		boisée	herbeuse	bambou	raphia	jachère	ouvert	fermé
S1	+	-	-	+	-	-	-	+
S2	+	+	-	-	-	-	-	+
S3	+	-	-	+	-	-	-	+
S4	+	-	-	-	+	-	-	+
S5	+	-	+	+	-	+	+	-
S6	-	-	+	-	-	-	+	-
S7	+	+	-	-	-	-	-	+
S8	+	-	+	-	-	+	+	-
S9	+	-	+	-	-	+	+	-

S1 à S12 : Stations; + : présence ; - : absence

Ces regroupements se font sur la base des similarités entre les échantillons projetés dans les cellules de la carte SOM. L'analyse a été effectuée avec l'interface SOM toolbox (version 6.1) pour MATLAB. L'étude de la diversité des stations a été faite à travers les indices de

diversité de Shannon (H') et d'équitabilité (J). Le test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer la richesse spécifique entre les stations, les saisons et les groupes. Ces différentes analyses ont été réalisées avec le logiciel STATISTICA version 7.1.

## RESULTATS

Au terme des relevés, 18 espèces d'oiseaux d'eau ont été recensées (Tableau 2). Le nombre de ces espèces d'oiseaux d'eau varie avec les stations (Figure 2). La station S5 a le plus grand nombre d'espèces avec 17 espèces (94,44 %). Les stations S8 et S9 suivent, et comptent respectivement neuf espèces (50 %) et 11 espèces (61,11 %). Alors que les stations S6 et S12 ont

le plus faible nombre d'espèces avec deux espèces (11,11 %) chacune. Aussi les tests statistiques effectués selon Kruskal-Wallis, révèlent une différence significative ( $p = 0,0000$ ) des richesses spécifiques selon les stations (Figure 2). Parmi les espèces, seul le Râle perlé, *Sarothrura pulchra* (Gray, 1829) est commune à toutes les stations (Tableau 2).

**Tableau 2 :** Liste des espèces d'oiseaux d'eau de la rivière Banco

Ordres/Familles/Espèces	Code	Stations d'échantillonnage
<b>Pelecaniformes</b>		
<b>Ardeidae</b>		
<i>Ixobrychus stumii</i> (Wagler, 1827)	Ixost	S5-S8-S9
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linné, 1758)	Nycny	S5-S8-S9
<i>Ardeola ralloides</i> (Scopoli, 1769)	Ardra	S5
<i>Butorides striata</i> (Linné, 1758)	Butst	S1-S2-S4-S5-S8-S9-S10-S11
<i>Ardea purpurea</i> Linné, 1766	Ardpu	S5
<b>Anseriformes</b>		
<b>Anatidae</b>		
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linné, 1766)	Denvi	S5
<b>Accipitriformes</b>		
<b>Accipitridae</b>		
<i>Haliaeetus vocifer</i> (Daudin, 1800)	Halvo	S5
<b>Gruiformes</b>		
<b>Rallidae</b>		
<i>Sarothrura pulchra</i> (Vieillot, 1829)	Sarpu	S1-S2-S3-S4-S5-S6-S7-S8-S9-S10-S11-S12
<i>Amauornis flavirostra</i> (Swainson, 1837)	Amofl	S5-S8-S9
<i>Gallinula chloropus</i> (Linné, 1758)	Galch	S9
<i>Gallinula angulata</i> Sundevall, 1850	Galan	S5
<b>Helionithidae</b>		
<i>Podica senegalensis</i> (Vieillot, 1817)	Podse	S1-S2-S3-S4-S5-S7-S8-S9
<b>Charadriiformes</b>		
<b>Jacanidae</b>		
<i>Actophilornis africanus</i> (J.F. Gmelin, 1789)	Actaf	S1-S3-S4-S5-S9
<b>Rostratulidae</b>		
<i>Rostratula benghalensis</i> (Linné, 1758)	Rosbe	S5
<b>Scolopacidae</b>		
<i>Tringa ochropus</i> Linné, 1758	Trioc	S5-S7-S8-S9
<i>Actitis hypoleucos</i> Linné, 1758	Acthy	S5-S7-S8-S9
<b>Coraciiformes</b>		
<b>Alcedinidae</b>		
<i>Alcedo leucogaster</i> (Fraser, 1843)	Alcle	S2-S3-S4-S5-S6-S7-S8-S9-S10-S11-S12
<i>Ceryle rudis</i> (Linné, 1758)	Cerru	S5

S1 - S12 : Stations, Code : Code Bayer

Les indices de diversité de Shannon ( $H'$ ) et d'équitabilité sont variables d'une station à une autre (Tableau 3). Ainsi l'indice de Shannon a sa valeur la

plus élevée à la station S8 ( $H' = 1,87$ ) et sa valeur la moins élevée à la station S6 ( $H' = 0,22$ ). Tandis que l'indice d'équitabilité a sa valeur maximale à la station

S12 (J = 0,98) et sa valeur minimale à la station S6 (J = 0,32) (Tableau 3). Le nombre d'espèces varie selon les saisons. En effet, le plus grand nombre d'espèces a été observé pendant la grande saison sèche (GSS) avec une richesse spécifique de 17 espèces contre 13 espèces à la grande saison des pluies (GSP). Tandis que 12 espèces ont été recensées à la petite saison sèche (PSS) contre huit espèces à la petite saison des pluies (PSP) (Figure 2). Aussi, le nombre d'espèces varient-elles de façon significative selon les saisons (Kruskal-Wallis, p = 0,0044) (Figure 2). Une carte SOM

de 49 cellules (sept lignes x sept colonnes) a été retenue pour projeter les 48 échantillons (12 stations x quatre saisons). Le résultat de la CAH a permis de regrouper ces 49 cellules en trois groupes (I à III) (Figure 3). Chaque groupe est constitué d'échantillons ayant des compositions spécifiques semblables. Le groupe I, avec 36 échantillons (75 %) réunit la totalité des échantillons des stations S1, S2, S3, S4, S10, S11 et S12 ainsi que deux échantillons de chacune des stations S7 et S8.

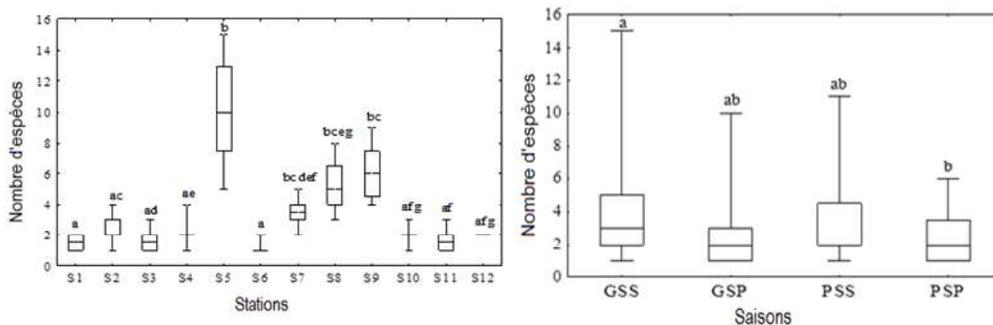
**Tableau 3 :** Bilan des observations des oiseaux d'eau de la rivière Banco en fonction des stations

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
<b>Richesse spécifique</b>	4	4	4	5	17	2	5	9	11	3	3	2
<b>Abondance</b>	20	31	20	33	440	17	47	100	157	31	22	28
<b>H'</b>	1,03	1,21	1,06	1,03	1,91	0,22	1,56	1,87	1,79	0,96	0,92	0,68
<b>J</b>	0,74	0,88	0,77	0,64	0,67	0,32	0,97	0,85	0,75	0,87	0,83	0,98

H' : indice de Shannon, J : indice d'équitabilité, S1 - S12 : Stations

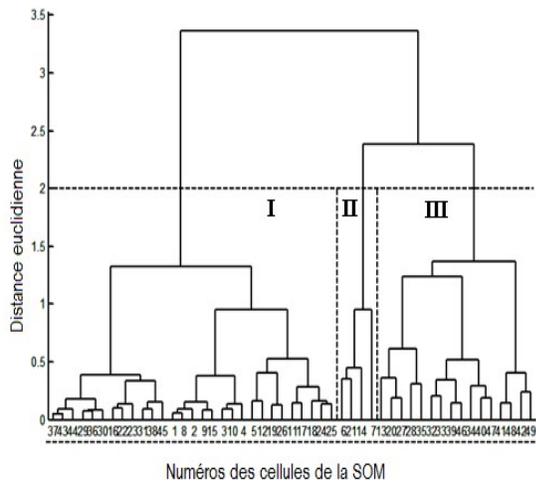
Ce groupe rassemble également neuf échantillons de chacune des saisons GSP et PSP et sept échantillons de chacune des saisons PSS et GSS (Figure 4). Le groupe II est composé uniquement de deux échantillons (4,17 %) tous issus de la station S5 avec un échantillon de chacune des saisons GSP et GSS. Quant au groupe III, il enregistre 10 échantillons (20,83 %) dont quatre échantillons issus de la station S9 et deux échantillons de chacune des stations S5, S7, S8. Ce groupe comprend quatre échantillons, avec un échantillon par saison. Les groupes I, II et III regroupent respectivement sept espèces (*Butorides striata*, *Sarothrura pulchra*, *Amauornis flavirostra*, *Podica senegalensis*, *Actophilornis africanus*, *Actitis hypoleucos* et *Alcedo leucogaster*), 16 espèces (*Ixobrychus sturmii*, *Nycticora nycticorax*, *Ardeola ralloides*, *Butorides striata*, *Ardea purpurea*, *Haliaeetus*

*vocifer*, *Sarothrura pulchra*, *Amauornis flavirostra*, *Gallinula angulata*, *Podica senegalensis*, *Actophilornis africanus*, *Rostratula benghalensis*, *Tringa ochropus*, *Actitis hypoleucos*, *Alcedo leucogaster* et *Ceryle rudis*) et 15 espèces (*Ixobrychus sturmii*, *Nycticorax nycticorax*, *Ardeola ralloides*, *Butorides striata*, *Dendrocygna viduata*, *Haliaeetus vocifer*, *Sarothrura pulchra*, *Amauornis flavirostra*, *Gallinula chloropus*, *Podica senegalensis*, *Actophilornis africanus*, *Tringa ochropus*, *Actitis hypoleucos*, *Alcedo leucogaster* et *Ceryle rudis*). Le profil de distribution de chaque espèce dans les différents groupes est donné par le patron de distribution de celles-ci sur la carte de Kohonen (Figure 6). Le nombre d'espèces au niveau de ces groupes diffère significativement (Kruskal-Wallis, p = 0,0000) (Figure 7).

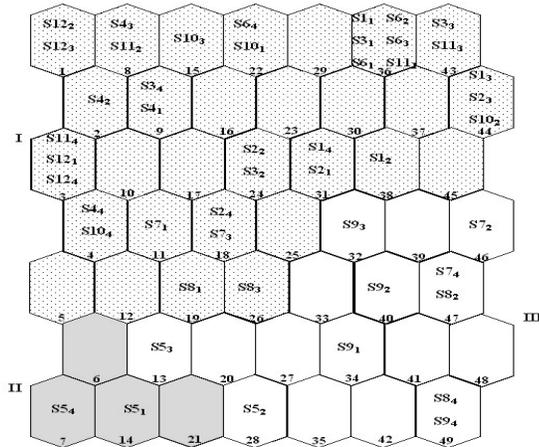


**Figure 2 :** Variation de la richesse spécifique des oiseaux d'eau selon les stations et selon les saisons

**S1-S12 :** Stations, **GSS :** grande saison sèche, **GSP :** grande saison des pluies, **PSS :** petite saison sèche, **PSP :** petite saison des pluies



**Figure 3 :** Classification hiérarchique des cellules de la SOM  
I à III : groupes identifiés (G I à G III)



**Figure 4 :** Distribution des échantillons dans la carte auto-organisatrice (SOM) de Kohonen  
I à III : groupes identifiés (G I à G III) ; S1 à S12 : Stations ; 1 à 4 en indice : 1 = GSP, 2 = PSS, 3 = PSP et 4 = GSS ; 1 à 49 à la base de chaque hexagone : numéros des cellules de la SOM

## DISCUSSION

Cette étude révèle la présence de 18 espèces d'oiseaux d'eau qui se distribuent le long de la rivière Banco. Cette richesse spécifique serait liée à l'hétérogénéité de micro habitats (formations végétales herbacées, jachères, surfaces vasières et bambouseraies) qu'offrirait le rivage de ladite rivière à ces espèces au cours des différentes saisons de l'année. Cette distribution des espèces d'oiseaux d'eau serait aussi fonction de la disponibilité saisonnière des ressources alimentaires (Meire et Dereu, 1990). En outre le cours moyen de la rivière où ces oiseaux s'y

concentrent regorgerait, selon Camara et al. (2012), une abondance de macro-invertébrés, ressources alimentaires importantes pour les oiseaux des rivières et des milieux lagunaires (Meire et Dereu, 1990). Moreira (1997), Ponsero et Le Mao (2011), De Smet et al., (2013) et Ponsero et al. (2016) soutiennent également qu'en milieux humides (rivières, lagunes...) les oiseaux dépendent fortement de l'assemblage des macro-invertébrés benthiques à composition spécifique présentant une importante biomasse.

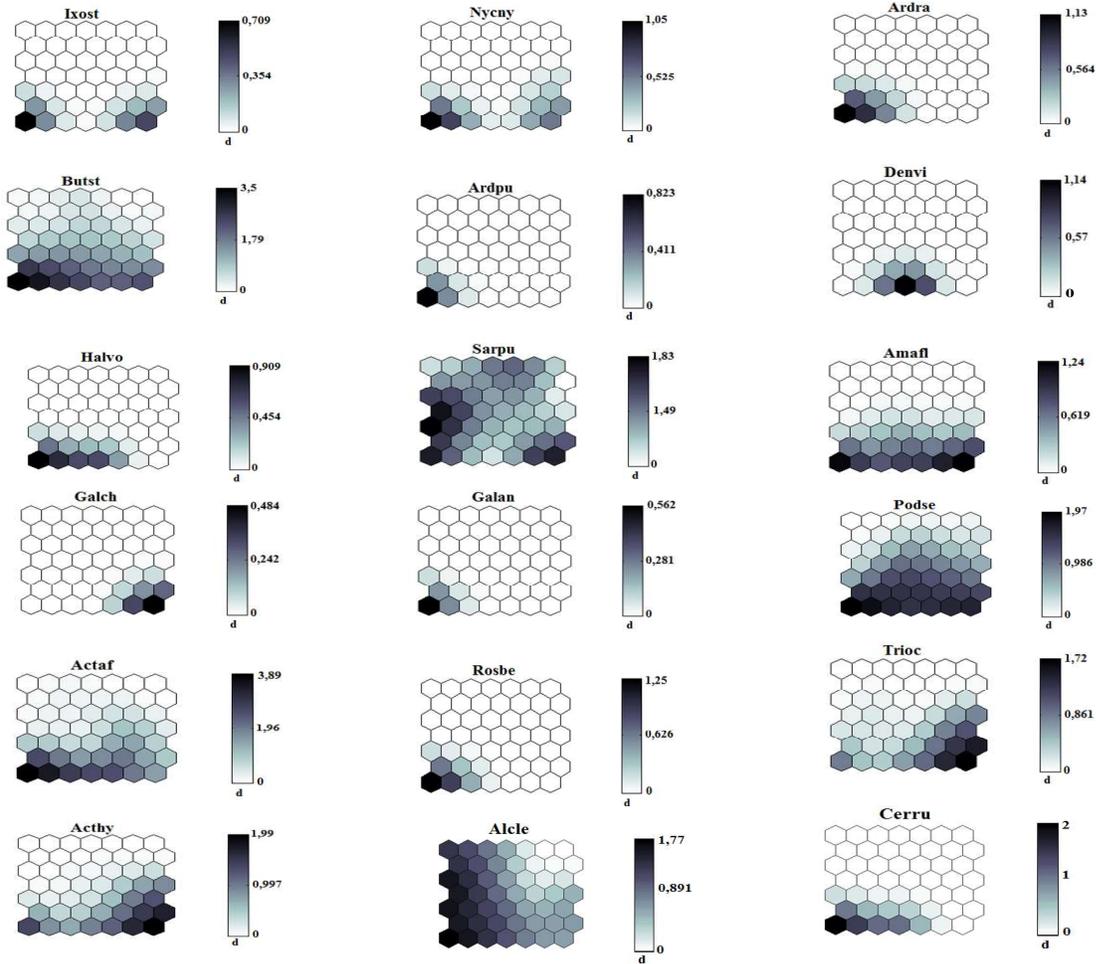


Figure 6 : Patron de distribution des espèces sur la carte de Kohonen  
Couleur sombre : forte présence ; couleur claire : faible présence ; d : échelle

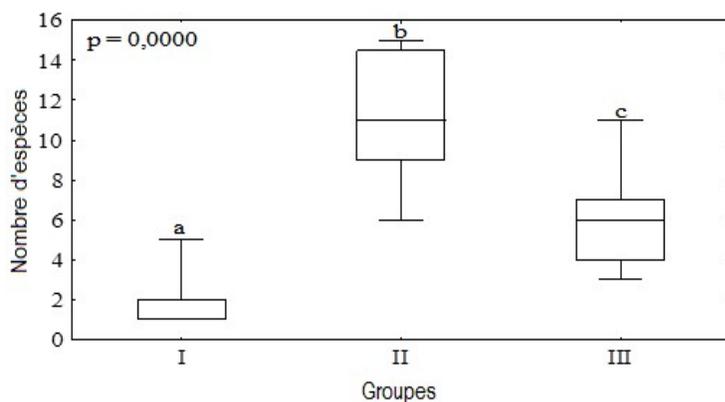


Figure 7 : Nombre d'espèces selon les groupes issus de la SOM  
I, II et III : groupes de la SOM ; p : probabilité du test de Kruskal-Wallis. Les valeurs médianes ne partageant pas la même lettre (a, b ou c) diffèrent significativement (Test de Kruskal-Wallis ;  $p < 0,05$ ).

En plus, la station S5 situé dans le cours inférieur de la rivière avec la présence d'étangs de pisciculture,

attirerait les oiseaux piscivores tels que *Ceryle rudis*. Une autre raison qui expliquerait la variabilité dans la

distribution spatiale des oiseaux serait les fortes pressions anthropiques exercées sur certaines stations. C'est notamment le cas des stations S1 et S2 qui sont soumises à de fortes perturbations anthropiques du fait des rituels et autres cérémonies traditionnelles pratiquées en ces lieux. Les variations saisonnières de richesse spécifique et d'abondance observées chez les oiseaux de la rivière s'expliqueraient également par la variabilité de la ressource alimentaire. Car les macro-invertébrés (Oligochètes, Insectes, Mollusques) dont dépendent ces oiseaux (Meire et Dereu, 1990) connaissent également une variation saisonnière (França *et al.*, 2009 ; Camara, 2012). Selon Camara (2012) pendant la saison des pluies, les oligochètes et les mollusques seraient plus abondants dans la rivière Banco, tandis que les insectes seraient plus abondants durant la saison sèche. Par ailleurs, la présence de formations végétales herbeuses à certaines stations, créerait des microhabitats favorables pour ces oiseaux. Car en plus de servir de source de nourriture directe pour les oiseaux herbivores tels que *Dendrocygna viduata* et indirecte pour les oiseaux se nourrissant d'invertébrés tels que *Ardeola ralloides*, dont la majorité se retrouve fixé aux plantes aquatiques submergées (Russell *et al.*, 2009), la couverture végétale joue un rôle dans la protection des oiseaux et la disponibilité des sites de nidification (Hamel, 2011). En outre, les surfaces vaseuses à certaines stations réparties le long de la rivière Banco, représenteraient également un important réservoir d'alimentation pour ces oiseaux (Hamel, 2011) en saison sèche surtout pour *Tringa ochropus* et *Actitis hypoleucos*. L'analyse de la diversité des stations à travers les indices de diversité de Shannon (H') et d'équitabilité (J) permet d'apprécier le degré d'organisation de l'avifaune inféodée à la rivière Banco. Les valeurs de l'indice de Shannon et d'équitabilité sont relativement plus élevées dans les stations S5, S7, S8 et S9, situées dans le cours moyen

## CONCLUSION

Cette étude donne de la rivière Banco une richesse avifaunique de 18 espèces d'oiseaux d'eau et indique également une distribution à la fois zonale et saisonnière de celles-ci. La connaissance de cette variation spatio-temporelle des oiseaux d'eau inféodés

de la rivière. Cela permet d'affirmer que ces stations sont plus diversifiées que celles situées dans le cours supérieur et dans le cours inférieur de celle-ci. Les faibles valeurs des indices observés dans le cours supérieur et dans le cours inférieur traduisent selon Dajoz (2000) des communautés d'oiseaux peu diversifiées avec un faible degré d'organisation. Aussi, la SOM réalisée permet également de relever des catégories d'échantillons marquées par l'effet de la distribution spatiale et de la variation saisonnière et liés aux différents cours (supérieur, moyen et inférieur) de la rivière Banco. En effet le groupe I, majoritairement formé par les stations S1, S2, S3, S4, S10, S11 et S12 situées dans le cours supérieur et le cours inférieur de la rivière a une faible richesse spécifique. Alors les groupes II et III majoritairement formés par les stations S5 et S9, situées dans le cours moyen de la rivière ont les richesses spécifiques les plus élevées. La composition spécifique de ces groupes reflète celle des zones dites plus perturbées de la rivière par Camara *et al.*, (2012). Cela permet d'une zonation de la rivière Banco du fait de la richesse spécifique de ses différents cours (supérieur, moyen et inférieur). Cela indique par le degré de perturbation de chaque cours et par le principe de Vannote *et al.*, (1980), selon lequel dans les cours d'eaux naturels, les communautés biologiques forment un continuum temporel de remplacements synchronisés d'espèces en rapport avec le gradient continu de facteurs hydro-morphologiques. Aussi l'effet saison observé au niveau de chaque groupe serait-il lié à la disponibilité de la ressource alimentaire au cours des différentes saisons de l'année dans les différents cours (supérieur, moyen et inférieur) de la rivière Banco tel que souligné par Camara (2012). Cet effet saisonnier pourrait aussi être dû à la présence d'espèces migratrices telles que *Ixobrychus sturmi*, *Tringa ochropus*, *Actitis hypoleucos*.

à la rivière Banco pourrait-elle être un outil essentiel dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques de gestion durable et de la protection des oiseaux d'eau de la rivière Banco, de sa qualité et en l'occurrence le PNB en général.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bibby, C., J., Martin, & Marsden, S. Bird survey in Expedition field technique. *Royal Geographical Society, London*, pp. 35-52, 1998

Blondel, J., Ferry, C., & Frochot, B. La méthode des indices ponctuels d'abondance (I.P.A) ou des relevés d'avifaune par stations d'écoute. *Alauda*, 38: 55-71, 1970

- Borrow N., & Demey R. Guide des Oiseaux de l'Afrique de l'Ouest. Paris, Delachaux et Niestlé, 508 p, 2012
- Bottin M., Giraudel J. L., Lek S., & Tison-Rosebery J. diatSOM: a R-package for diatom biotypology using self-organizing maps. *Diatom Research*, DOI:10.1080/0269249X.2013.804447, 2013
- Brosse, S., Giraudel, J. L. & Lek, S. Utilization of non-supervised neural networks and principal component analysis to study fish assemblages. *Ecology Model*, 146: 159–166, 2001
- Camara, A. I., Diomandé, D., Bony, Y. K., Ouattara, A., Franquet, E. & Gourène, G. Diversity assessment of benthic macroinvertebrate communities in Banco National Park (Banco Stream, Côte d'Ivoire). *African Journal of Ecology*, 50: 205-217, 2012
- Camara, A. I. Composition, structure et déterminisme des macro-invertébrés de la rivière Banco (Parc National du Banco; Côte d'Ivoire). Thèse de doctorat, Université Nangui Abrogoua (Côte d'Ivoire), 138 p, 2012
- Chappuis C. African Bird Sounds. Birds of North, West and Central Africa. Livrette et 15 CD. Société d'Études Ornithologiques de France, Paris, 2000
- Coungny, G., Pedia, P., Andoh-Allé, J., Ziriga, O., Bilé, M., Egnankou, M.W. & Kouakou, A.K. Etude d'impact environnemental du projet de rénovation et d'extension de l'Ecole forestière et d'aménagement d'une ferme piscicole dans le Parc National du Banco. Egide-Aegis Consultants et Direction de la Protection de la Nature, Abidjan, 71 p, 1995
- Dajoz, R. Précis d'Ecologie. 7<sup>ème</sup> édition, Dunod, Paris, 615p, 2000.
- De Smet, B., Godet, L., Fournier, J., Desroy, N., Jaffré, M., Vincx, M., & Rabaut, M. Feeding grounds for waders in the Bay of the Mont-Saint-Michel (France): Laniceconchilegaserves as an oasis in the tidalflats. *Marine Biology*, 160 (4): 751-761, 2013.
- Everard, M. Selection of taxa as indicators of river and freshwater wetland quality in the UK *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18 (6): 1052-1061, 2008.
- França, S., Pardal M. A. & Cabral H. N. Spatial and temporal patterns of benthic invertebrates in the Tagus estuary, Portugal: comparison between subtidal and an intertidal mudflat. *Sci. Marine*, 73 (2):307-318, 2009
- Göttschalk T, Ekschmitt K & Bairlein F. Relationships between vegetation and bird community composition in grasslands of the Serengeti. *African Journal of Ecology*, 45 (4): 557-56, 2007
- Giraudel J.L., & Lek S. A comparison of self-organizing map algorithm and some conventional statistical methods for ecological community ordination. *Ecological Modelling*, 146: 329–339, 2001
- Hamel, J. Utilisation des oiseaux aquatiques comme bio-indicateurs de l'intégrité des lacs de montagne marocains. Essai présenté en vue de l'obtention des grades de maître en environnement (M.Env.) et de maître en écologie internationale (M.E.I.). Université de Sherbrooke, 127 p, 2011
- Kouadio, K. P., Yaokokoré-Béïbro K. H., Odoukpé K. S. G., Konan E. M., et Kouassi K. P. Diversité avifaunique du Parc National du Banco, Sud-Est de la Côte d'Ivoire. *European Journal of Scientific Research*, 125 (2): 384-398, 2014.
- Kohonen, T. Self-organized formation of topologically correct feature maps. *Biology Cybernet*, 43: 59–69, 1982
- Kushlan, J. A. Colonial Waterbirds as Bioindicators of Environmental Change. *Colonial Waterbirds*, 16 (2): 223-251, 1993
- Lachenaud O. Les oiseaux du Parc National du Banco et de la Forêt Classée de l'Anguédégou, Côte d'Ivoire. *Malimbus*, 28: 107–133, 2006
- Loroux Bi F. Contribution à l'étude hydrologique du bassin sédimentaire côtier de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux 1 France, 93 p, 1978.
- Meire P. M., & Dereu J. Use of the Abundance/Biomass Comparison Method for Detecting Environmental Stress: Some Considerations Based on Intertidal Macrozoobenthos and Bird Communities. *Journal of Applied Ecology*, 27: 210-223, 1990.
- Moreira, F. The importance of shorebirds to energy fluxes in a food web of a South European estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44: 67-78, 1997
- Owino, A. O., Oyugi, J. O., Nasirwa, O. O., & Bennun, L. A. Patterns of variation in waterbird numbers on four Rift Valley lakes in Kenya,

- 1991–1999. *Hydrobiologia*, 458 (1-3): 45-53, 2001
- Park, Y. S., Céréghino, R., Compin, A. & Lek, S. Applications of artificial neural networks for patterning and predicting aquatic insects species richness in running waters. *Ecological Modelling*, 160: 265–280, 2003.
- Ponsero, A., & Le Mao, P. Consommation de la macrofaune invertébrée benthique par les oiseaux d'eau en baie de Saint-Brieuc. *Revue d'Ecologie*, 66: 383-397, 2011
- Ponsero, A., Sturbois, A., Desroy, N., Le Mao, P., Fournier, J., & Jones, A. How do macrobenthic resources concentrate foraging waders in large megatidal sandflats? *Estuarine, Coastal and Shelf Sciences*, 178: 120-128, 2016
- Russell, I. A., Randall, R. M., Randall, B. M. & Hanekom, N. Relationships between the biomass of waterfowl and submerged macrophytes in a South African estuarine lake system. *Ostrich*, 80 (1): 35-41, 2009
- Tohé, B., Assemian, N. E., Kouame, N. G., Gourène, G. & Rödel, M. O. Déterminisme des Coassements des Anoues de la ferme piscicole du Parc National du Banco (Côte d'Ivoire). *Sciences & Nature*, 5 (1): 71-79, 2008
- Tutiempo. Données météorologiques de la ville d'Abidjan pour les années 2004 à 2017. <http://www.tutiempo.net/climat>. Consulté le jeudi 28 juin 2018, 2018
- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R. & Cushing, C. E. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37: 130-137, 1980
- Yaokokoré-Béïbro, K. H., Kouadio, K. P., Assa, E. S., Ekoun, K. M., & Odoukpé, K. S. G. Diversité des oiseaux du sous-bois du Parc National du Banco, Abidjan (Côte d'Ivoire). *Science Technologie*, 24: 196-212, 2014