

Avifaune urbaine de Cotonou et sa distribution en relation avec les facteurs de l'habitat : implications pour l'aménagement écologique de la ville

Toussaint O. LOUGBEGNON^{1*} et Jean T. Claude CODJIA²

¹*Laboratoire d'Aménagement des forêts et de Biogéographie, / FSA/UAC, Bénin*

²*Ecole Nationale Supérieure des Sciences et Techniques Agronomiques de Kétou, (ENSTA-Kétou), Bénin*

* Correspondance, courriel : tlougbe@yahoo.fr

Résumé

L'avifaune urbaine de Cotonou a été recensée dans 24 stations représentatives de la gamme d'urbanisation et réparties du centre à la périphérie de la capitale économique du Bénin. 122 relevés sont effectués dans chacune des stations au moyen des points d'écoute de 10 minutes et de rayon 100 m. 115 espèces d'oiseaux appartenant à 40 familles sont recensées dans la ville et ses alentours.

L'analyse des correspondances multiples et la classification hiérarchique ascendante de Ward sont effectuées sur ces communautés d'oiseaux en relation avec les variables des stations pour mesurer la distribution des oiseaux selon le gradient d'urbanisation allant des quartiers du centre ville aux paysages semi-naturels de l'extérieur. Cela révèle 6 grands groupes d'avifaunes à savoir : (1) les oiseaux de la frange d'eau libre et du littoral, (2) les oiseaux fréquentant des milieux boisés et bien urbanisés, (3) les espèces inféodées aux végétations aquatiques très couvertes des marécages et marais, (4) l'avifaune de stations terrestres à tendance humide ayant une végétation buissonnante, (5) l'avifaune des plantations de *Cocos nucifera*, (6) les oiseaux fréquentant des milieux urbains de faible couverture de végétations boisées ou très urbanisés.

Cette structuration des oiseaux n'est pas conforme au gradient d'investigation. L'élément déterminant d'association des communautés aviennes étudiées est surtout la présence de la végétation.

Mots-clés : *avifaune, distribution, gradient d'urbanisation, Cotonou, Bénin.*

Abstract

Urban avifauna of Cotonou and distribution pattern in relationship with habitat factors: implication for ecological management of the city

Urban avifauna was surveyed in 24 sites selected from the centre to the peripheral region of the economic city of Benin republic. A total of 122 relevés were surveyed inside the sampled sites. For each relevé, we recorded during 10 min all bird species by listening birdcall as well as direct bird observation in a ray of 100 m around a punctual position.

Multiple correspondences Analysis followed by hierarchical ascending classification were performed on the matrix crossing bird communities and environmental variables to examine whether the bird species communities' distribution pattern followed the urbanization gradient going from peripheral to the centre part of the city. An overall of 115 bird species representing 40 bird families were inventoried. Six bird

communities were discriminated namely: (1)- bird communities of water; (2)- bird community of remaining woody vegetation in urbanized place; (3)- bird community pertaining to wetland (marsh and fen); (4)- bird community in bush ecosystem temporary humid (5)- bird community of *Cocos nucifera* plantation; (6)- bird community of urban area with weak vegetation cover. Our findings showed that the bird communities' distribution pattern did not follow the gradient of investigation. The most factors determining the bird community in this study was the presence of vegetation.

Keywords : *avifauna, distribution pattern, urbanization gradient, Cotonou, Benin.*

1. Introduction

Les régions urbaines logent une grande proportion (environ 50 %) de la population du monde (Brown *et al.*, 1998) et cette proportion augmente rapidement, en particulier dans les pays en voie de développement [1]. Ces régions subissent une influence plus ou moins forte de la part des humains. Les villes constituent « par nature » un produit artificiel. Aucun autre site ne permet d'observer de manière plus radicale l'influence de l'homme sur la nature. La ville et la nature sont donc généralement considérées comme incompatibles, la ville incarne l'éloignement de la nature [2]. En milieu urbain apparaissent d'importantes transformations biologiques qui modifient l'écologie des oiseaux [3].

Les paysages humains occupent de plus en plus une proportion croissante dans toutes les régions de la terre [4], et hébergent une portion substantielle de diversité biologique globale [5]. Les régions urbaines sont particulièrement inquiétantes : beaucoup de villes poussent rapidement tant en superficie qu'en population [6]. Ce qui fait que les préoccupations écologiques en milieux urbains deviennent de plus en plus croissantes au vu des conséquences que génèrent les activités humaines sur la santé des citadins. Mais dans une ville comme Cotonou, la prise en compte des aspects de gestion écologique reste très limitée à des actions de gestion des déchets ménagers, de sensibilisation sur la pollution des gaz et quelques actions sporadiques de reboisements souvent faites d'espèces végétales exotiques comme *Folyalthia longifolia*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Ficus benjamina*, *Azadirachta indica*, *Persea americana*, etc. Les préoccupations sont vraiment loin de la gestion ou de la protection des animaux sauvages qui pourtant constituent un pan important au plan écologique (indicateur de changement) et touristique ou architectural. Au bas mot, les espèces sauvages continuent d'être braconnées dans cette ville. Face de cette situation, il urge d'asseoir une base de connaissances fondée sur la faune qui serait utile à la fois aux aménagistes et aux scientifiques car le suivi de la faune sauvage urbaine est un outil indispensable pour l'écologie et la conservation des paysages urbains [6].

Cotonou apparaît comme un écosystème qui se compose d'un ensemble d'écosystèmes interactifs fait de milieux humides (chenal, eaux courantes, eaux dormantes, mares, marais marécage etc.), de milieux naturels terrestres et artificialités. Un tel système écologique offre un modèle intéressant d'étude écologique en matière de suivi des interactions occasionnées par l'utilisation de l'homme sur l'environnement (pollution, changement écologique etc.). Pour le faire il faut se fonder sur des bioindicateurs et en cela, la faune constitue un matériel adéquat, indicateur des mutations en zone urbaine. L'avifaune, les petits mammifères (rongeurs) et l'entomofaune constituent les groupes fauniques plus mieux diversifiés et les plus répartis dans les écosystèmes urbains de Cotonou.

Cotonou comme toutes les cités urbaines des pays en développement connaît une expansion urbaine sauvage faite de multiples facettes d'environnement. En effet l'immigration due à l'exode rural et l'absence de politique d'urbanisation correcte ont occasionné l'étalement de la ville. Le paysage urbain de Cotonou

comprend un spectre général d'environnements variables composés des milieux très urbanisés et modifiés des centres de ville aux régions suburbaines, répandues avec des morceaux d'habitats naturels relativement non dérangés.

Une préoccupation importante aujourd'hui au plan de la conservation de la biodiversité et de l'écologie urbaine serait de rechercher l'impact de l'expansion et les types d'usage des écosystèmes urbains de cette ville sur la biodiversité (faune); car, la conservation de la biodiversité dans l'environnement urbain est maintenant un centre d'intérêt de la recherche [7-14]. Il y a une reconnaissance croissante du rôle important que les milieux urbains peuvent jouer dans la conservation de la biodiversité [15], surtout les restes d'écosystèmes naturels qui persistent autour de ces cités urbaines [16,17]. Malheureusement, il n'existe pas d'études ayant examiné la faune de Cotonou et par surcroît l'influence de l'urbanisation sur la diversité de cette faune. De plus, Cotonou se trouve être parmi les villes les plus polluées du monde donc, il est urgent d'asseoir une base de données écologiques facilement mesurables sur la ville. Ceci permettra de prévoir à temps les risques de dégradation du milieu et les impacts éventuels que cela pourrait engendrer pour les citoyens. L'avifaune constitue un groupe plus représentatif pour mener une telle investigation. Comparativement à d'autres groupes zoologiques (invertébrés et reptiles), les oiseaux sont un modèle utile pour examiner les processus d'altérations de l'environnement naturel des villes; car ils peuvent être recensés et identifiés aisément et, leur grand nombre d'espèces et d'individus rend des résultats plus corrects à l'analyse statistique [14].

La grande gamme d'environnements et les niveaux de perturbations en milieu urbain offrent la possibilité pour diverses catégories d'avifaune aussi bien pour les espèces autochtones fidèles à l'habitat indigène comme pour les espèces opportunistes (ou introduites) de supporter ou d'exploiter ces habitats modifiés [14]. Les villes sont des milieux intéressants pour les oiseaux du fait qu'elles leur offrent certaines conditions favorables. En effet, elles procurent à certains oiseaux des facilités de nidification (hirondelles par exemple). D'autres oiseaux à tendance arboricole trouvent suffisamment d'arbres en ville pour continuer à nicher comme dans leur habitat naturel. Les milieux urbanisés mettent également à la disposition des oiseaux une quantité appréciable de nourritures, surtout dans les jardins. L'accumulation de déchets ménagers au voisinage des villes ainsi que les champs attirent beaucoup d'oiseaux omnivores. Les granivores trouvent une ample provende partout où l'on manipule des grains (maïs, riz, ...). Les insectes ne sont pas absents des grandes villes, ne serait-ce que dans les couches basses de l'atmosphère où chassent les martinets et les hirondelles et dans les champs où des oiseaux insectivores jouent le grand rôle de protéger les cultures contre les insectes ravageurs. De ce fait, certains oiseaux n'ont pas à quitter les villes pour collecter leur nourriture. Les villes offrent aussi aux oiseaux des microclimats beaucoup plus favorables que les districts avoisinants. Les vents y sont moins violents, la température plus élevée. Les facteurs biotiques sont aussi bénéfiques car la végétation pousse parfois plus rapidement que dans les campagnes. Les villes procurent aux oiseaux une protection contre les prédateurs qui s'adaptent mal à l'urbanisation car ils sont assez farouches et ne sont guère appréciés par l'homme [18].

En outre, les oiseaux sont un élément visible de la faune urbaine, ce qui signifie que les résultats de recherche sur l'avifaune en ville peuvent être restitués aux résidents et aux décideurs sous une forme facilement compréhensible. De même, l'effet de l'urbanisation sur la biodiversité des oiseaux peut être utilisé pour investiguer sur les facteurs qui influencent la distribution, l'abondance et le statut de la conservation de faune urbaine [19-22].

Ensuite, au plan scientifique, bien que les modèles de réponses aviennes à l'urbanisation émergent, la plupart des études sont conduites dans les régions tempérées et d'Asie tropicale. Les sujets des effets d'urbanisation sur avifaune africaine sont peu connus, en dépit du fait que le biotope tropical riche est sous pression immense d'une population humaine galopante [23] Avec le nombre relativement grand d'oiseau et

la diversité d'habitat, les études de régions urbaines tropicales peuvent déboucher sur des modèles et processus inconnus et, cela peut contribuer substantiellement à la connaissance écologique d'avifaune urbaine ayant des variances avec les études des autres régions [24].

Des lacunes d'incompréhensions existent dans les principes dont on a besoin pour concevoir des paysages urbains qui soutiennent mieux l'avifaune résidentes des villes [6]. Les données rassemblées sur une gamme d'habitats à travers une ville peuvent aider donc à combler ces vides. C'est alors vers un objectif d'aménagement du territoire que s'oriente cette étude. Elle vise à comprendre :

- la composition et la distribution des communautés aviennes à travers un continuum d'habitats modifiés et naturels de la ville de Cotonou et des zones connexes ;
- les facteurs essentiels de l'habitat qui expliquent la distribution des espèces aviennes.
- les espèces ou groupes d'oiseaux indicateurs de chacun des habitats urbains et leur gradient de distribution, gages de toutes actions de suivi ou de conservation de l'avifaune urbaine.

2. Matériel et méthodes

2-1. Milieu d'étude

La recherche a été conduite à Cotonou, capitale économique du Bénin et la plus grande ville du pays. Elle est située entre 6°21 de latitude Nord et 2°26 de longitude Est. Elle couvre une superficie d'environ 79 km² et abrite une population de presque 3,5 millions. Elle est la ville la plus peuplée du Bénin [25]. Située sur la bordure du bassin sédimentaire côtier s'étendant du Nigéria au Togo, Cotonou est limitée au Nord par la lagune Nokoué, au Sud par l'Océan Atlantique à l'Est par la commune de Sèmè-Kpodji et à l'Ouest par la commune d'Abomey-Calavi. Elle est composée de 13 arrondissements et de 144 quartiers de ville [25].

La matrice urbaine actuelle de la ville offre une grande gamme de types de milieux et de végétations naturelles allant des milieux totalement dépourvue de végétation des centres villes aux parcs privés très boisés des zones résidentielles en passant par les végétations spontanées des domaines abandonnés des quartiers aux jachères, plantations, mares, marais et marécages des zones périphériques de la ville (banlieue).

2-2. Recensement de l'avifaune

Pour conduire cette étude, la ville de Cotonou a été divisée en deux zones fondées sur la physionomie du paysage qu'elle offre : une zone fortement urbanisée (ZFU) et une zone faiblement urbanisée (FNU).

La ZFU concerne les centre-ville et quartiers d'affaire où on note une forte proportion de bâtis (établissements humains). Ce sont les arrondissements de Dantopka, Aidjèdo, Gbédokpo, Xwladodji, Gbéto, Cadjèhoun, Gbégamey, Saint-Michel, Saint-Jean, Sègbèya, Misséssin, Sodjatinmè et Sénadé. La ZNU regroupe les zones marginales de la ville (banlieues) où la végétation naturelle est encore bien représentée : Sainte-Rita, Vodjê, Djomèhountin, Houénoussou, Kouhounou, Fifadji, Ahouansori-Agué, Ayélawadjè, Yénawa, Avotrou et Dandji.

Dans chaque zone, trois types de sites sont choisis. Ces sites correspondent souvent aux trois types d'habitats caractéristiques de la ville :

- les milieux terrestres boisés ou à dominance de végétations ligneuses regroupant les parcs et jardins de la ville et les plantations ou zones boisées de la banlieue ;
- les milieux humides : mares, marais, prairies marécageuses et franges d'eau libre ;
- les milieux bâtis où dominant les établissements humains.

Les deux premiers habitats constituent les schémas types de milieux naturels peu modifiés tandis que le choix des milieux bâtis obéit au haut degré de modification des milieux naturels.

Ensuite, dans chaque site, quatre stations d'étude (point d'écoute des oiseaux et de relevé des variables de l'environnement) sont définies. Au total, 24 stations sont installées à travers la ville. Elles sont réparties du centre à la périphérie de la ville. Un point d'écoute d'oiseaux est placé au centre de chaque station. Les points d'écoute sont effectués suivant la technique des Indices Ponctuels d'Abondance (I.P.A unités) [26]. La durée d'un point d'écoute est de 10 minutes. Compte tenu de l'aspect très hétérogène du milieu urbain, le rayon de détection des oiseaux est limité à un cercle de 150 m. Au delà la détection de l'oiseau n'est plus prise en compte.

Chaque relevé mentionne à la fois la richesse spécifique et l'abondance des espèces. Ainsi, dans chaque station, toutes les espèces d'oiseaux vues ou entendues sont enregistrées.

122 relevés (ou points d'écoute) sont effectués dans chacune des 24 stations. La distance entre deux stations est d'au moins 1km pour éviter des effets de contagion entre les relevés.

L'étude s'est déroulée aussi bien en saison sèche qu'en saison pluvieuse de 2006 à 2011. Chaque station est prospectée à différentes périodes de la journée entre 6 et 19 heures mais les jours d'orage ou de fortes pluies sont évités.

2-3. Collecte des données environnementales

Considérant que la variabilité spécifique avienne entre les stations doit être explicable par les caractéristiques de l'habitat, un relevé des principales variables potentiellement importantes de la station (végétation et autres éléments) ont été associées à chaque relevé d'avifaune. Les mesures des variables de l'habitat sont prises à l'intérieur de la station mais dans un rayon limité (cercle de 50 m de rayon). Ces variables concernent la couverture de végétation aquatique (VA), la couverture de la végétation ligneuse terrestre (VL), le degré d'encombrement du sol (NS), la proportion de la frange d'eau libre (FL) et la proportion des bâtis (PB).

Sont considérés comme arbres ou ligneux, les plantes $\geq 4m$ de hauteur. Les éléments d'encombrement du sol concernent les déchets (sachets plastiques, tas d'immondices etc) et surface pavée ou bitumée au dessus du sol.

Pour choisir ces principaux paramètres de l'habitat, on a tenu compte du fait que ces composantes essentielles de l'habitat puissent permettre l'alimentation, le repos ou la reproduction des oiseaux, c'est à dire l'habitat qui renferme un couvert de nidification et des aires d'alimentation des oiseaux. En plus, on a voulu définir par ces paramètres plusieurs types de milieux en ayant cette connaissance préalable que les oiseaux utilisent beaucoup de milieux différents.

2-4. Description des stations

2-4-1. Stations en zone fortement urbanisée (ZFU)

Station S1 : elle est située entre le marché de Dantokpa et le chenal. Elle est couverte à 20 % par les bâtis (hangars) avec un sol couvert à 30 % par les déchets (sachets plastiques et immondices). La végétation est quasiment inexistante.

Station S2 : elle est localisée dans le quartier Sainte Cécile et se caractérise par une végétation dominée par *Typha australis* à 70 %. Une partie du sol est couverte de dépôts d'immondice à 50 %.

Station S3: Située dans la région des trois banques, cette station est dominée par des établissements humains à 50 %. Quelques grands arbres faits de sujets d'*Eucalyptus camaldulensis* (Eucalyptus), de *Terminalia catapa*, de *Delonix regia* se distinguent avec une couverture de 15%. Le sol est quasiment nu.

Station S4: elle est localisée à Agontikon dans un domaine abandonné. Le sol est couvert à 100 % par les tas d'immondices sur lequel pousse une végétation d'herbacés. Quelques sujets de *Terminalia superba* sont situés dans la station.

Station S5: cette station est localisée sur la berge lagunaire du chenal de la lagune de Nokoué vers l'ancien pont. Une partie de cette station est située sur la terre ferme occupée souvent par les pirogues des pêcheurs et une moitié est faite de frange d'eau libre quasiment dépourvue de végétation.

Station S6: elle est localisée à Akpakpa dans le domaine de la Société Béninoise d'Électricité et d'Eau. C'est un habitat très humide dont la végétation est faite de *Mitragina inermis*, de *Typha australis* et de *Paspalum vaginatum* dominant le sol à 80 %.

Station S7: elle est aussi située à Akpakpa (Sourou Léré) et possède des caractéristiques similaires à la station S6. On y note aussi de petites mares à végétations flottantes faites de *Eichornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Nymphaea lotus*, *Echinochloa pyramidalis*, *Azolla africana*.

Station S8: elle est située sur la terre ferme non loin de l'hôtel PLM Alédjo. Un tapis de végétations dominées par *Tephrosia purpurea* à 60 % couvre le sol. Des pieds de *Cocos nucifera* et des plantes d'ornement comme *Folyalthia longifolia*, *Ficus benjamina*, *Persea americana* (Avocatier) se distinguent également dans la station avec une couverture de 10 %. Les bâtis occupent une proportion de 60 %.

Station S9: elle est située derrière l'usine de brasserie SOBEBRA. Ici on y distingue aussi quelques pieds de *Cocos nucifera*, de *Terminalia superba*, d'*Azadirachta indica*, de *Ravenala madagascariensis* à 30 % et un recouvrement des bâtis à 50 %.

Station S10: cette station est située derrière le Centre Hospitalier Universitaire (CNHU) et le camp militaire (Camp Guézo). Le sol ici est pavé à 20 %. Les bâtis couvrent la station à 60 %. On y note la présence de quelques sujets d'*Azadirachta indica*, d'*Albizia lebbek* et de *Cesalpinia pulcherima* à 5 %.

Station S11: elle est située dans une zone résidentielle derrière l'ambassade de la France. Elle est constitué d'éléments boisés (grands arbres) à 50 % et de bâtis à 70 %.

Station S12: c'est une station localisé à côté du jardin potager de Cadjèhoun. Elle se compose de planches de légume de différentes sortes qui recouvrent le sol à 70 %. Une partie de la station est humide et couverte par un tapis de *Typha australis* et d'*Echinochloa pyramidalis* à 60 %. On y note également des plantes d'ornement *Bougainvillea spectabilis*, *Spina christi*, *Thevetia neriifolia*, *Jatropha curcas* etc.

2-4-2. Zone non fortement urbanisée (ZNU)

Station S13: cette station est située dans le quartier Aibatun entre habitations et une suite de terrains non occupés fait de végétation sauvage (*Typha australis* et *Paspalum vaginatum*) à 40 %. La proportion des habitations est de 20 %. La végétation ligneuse est faite d'*Elaeais guineensis*, de *Terminalia mantaly*, de *Delonix regia*, d'*Artocarpus communis* et de *Manguifera indica* qui occupent une portion de 15 %.

Station S14 : elle est située dans un milieu ouvert dans la cité résidentielle de Houéyiho. La proportion couverte par les bâtis au sol est d'environ 10 %. Le sol est nu et couvert partiellement par des pavées. Des rangées de végétation ligneuses comme *Terminalia mantaly* et *Terminalia superba* dominant (30 %). Dans les habitations se distinguent le *Ficus retusa*, *Persea americana* et de *Bougainvillea glabra*.

Station S15 : cette station est localisée non loin de l'école primaire d'Agla Akplomè. Elle fait corps avec un bas fond (zone marécageuse), très couvert par la végétation palustre (80 %). Les espèces végétales caractéristiques sont *Typha australis*, *Nymphaea lotus*, *Ipomoea aquatica* et quelques pieds de *Ficus congensis*.

Station 16 : elle est localisée sur le littoral (plage ouest de Cotonou) à Fidjrossè derrière l'aéroport international de Cadjèhoun. C'est une zone de maraîchage. On y note des planches de légume et des plages de *Tephrosia purpurea* qui couvre le sol à 30 %. La végétation ligneuse est presque inexistante.

Station 17 : cette station est située dans une vieille plantation de *Cocos nucifera* à Togbin (sur le cordon littoral ancien). Les plants de cocotier ont un recouvrement de 40 %. On y note aussi des lambeaux épars de *Cyperus maritimus*, de *Remirea maritima*, de *Tephrosia purpurea* et de fourrés littoraux de *Chrysobalanus icano* avec un taux de recouvrement de 50 %. Elle fait aussi corps avec la mangrove à *Rhizophora racemosa* et d'*Avicennia africana*.

Station 18 : elle est située à Agla Hlazounto. Elle possède une partie terrestre et une partie d'habitat humide faite de *Typha australis* ayant une couverture de 50 % au sol. La partie terrestre est dominée par quelques habitations en banco (taudis) à 60 %.

Station 19 : cette station est située à Vossa kpodji, un milieu très humide. Elle couvre à la fois une partie semi inondée et une autre de frange d'eau libre de la lagune Nokoué. La végétation de la partie semi inondée est faite de *Paspalum vaginatum* et de *Typha australis* de couverture 50 %.

Station 20 : elle située à Yénawa et comprend une partie du chenal (frange d'eau libre) et une zone marécageuse composée de *Typha australis* surtout ayant une couverture de 60 % au sol et de dépôt sauvage d'immondices des riverains qui encombrant le sol à 20 %.

Station 21 : cette station est située sur terre ferme à Yagbé aux alentours de l'école primaire publique. La proportion de bâti occupe 50 %. Le sol est nu. Les arbres caractéristiques de la station sont *Cola sp.* et *Terminalia catappa*.

Station 22 : elle est localisée derrière l'abattoir à Akpakpa. La proportion de bâti est de 30%. La végétation de la station est faite de quelques plages d'*Andropogon gayanus* et de *Tridax procumbens* à 10 %. Les quelques ligneux de la station sont faits de *Cocos nucifera*, d'*Elaeis guineensis* et de *Ficus retusa* à 20 %.

Station 23 : elle est localisée à Minontin en zone d'habitation. Les habitations couvrent une proportion de 50 %. La végétation est faite de quelques pieds de *Cocos nucifera*, de *Ficus retusa* et des plantes ornementales comme *Ravenala madagascariensis*, *Bougainvillea spectabilis*, *Pithecelobium dulce*, *Orchideae sp.* et *Roystonea regia*.

Station 24 : cette station est située à Ladji dans une zone humide qui s'ouvre sur le lac Nokoué. La végétation est constituée par la prairie de *Paspalum vaginatum* et de *Typha australis* couvrant le sol à 60 %.

2-5.- Types d'analyses effectuées sur les données collectées

2-5-1. Analyse de la composition et de la richesse spécifique

La communauté des oiseaux de Cotonou est décrite sommairement par familles et par espèces. La nomenclature utilisée est celle de [27].

2-5-2. Recherche de groupes écologiques : Analyse des Correspondances Multiples (ACM) et Classification Hiérarchique Ascendante (CAH) de la matrice de relevé des stations d'écoute x les espèces d'oiseaux

L'ACM est une méthode qui permet l'ordination de l'avifaune à partir de leurs stations et réciproquement [28,29]. Son utilisation a l'avantage de dégager des espèces indicatrices ou caractéristiques. Elle produit des supports d'expression des classifications (cartes factorielles) et constitue une excellente méthode permettant de positionner les espèces et relevés sur des gradients écologiques [30].

Étant donné que les inventaires avifaunistiques ont été faits dans différents milieux et que les relevés (avifaune-station d'écoute) sont de type taxon-variables du milieu, il est alors possible d'ordonner les stations d'après les espèces d'oiseaux notées comme « présence (1) – absence (0) » (*Tableau 1*) et de le soumettre à une ACM.

Pour mieux objectiver la représentation des espèces et des stations telles que cela apparaît dans le plan euclidien, les 6 premiers axes factoriels issus de l'ACM sont retenus pour une analyse par Classification Ascendante Hiérarchique par la méthode de Ward. En effet, cette classification permet de regrouper les espèces qui tendent à se retrouver ensemble dans les mêmes relevés. En clair, l'objectif d'un tel dépouillement est de dégager les « groupes écologiques » d'oiseaux de tel ou tel type de station (ou de milieu urbain).

2-6. Types de logiciel utilisé pour le traitement des données

Les différents relevés sont encodés à l'aide du tableur Excel 2007, pour être facilement exportés vers le logiciel XLSTAT-Pro 7.5 pour les différents tests.

2-7. Analyse effectuée sur les résultats

Pour une meilleure lisibilité des graphiques de l'ACM, les variables à très faibles ou à très fortes occurrences sont éliminées de l'opération (ou sont regroupées avec d'autres modalités) grâce aux occurrences des oiseaux dans les stations. Ceci ne modifie pas sensiblement les résultats de l'analyse du fait du poids de leurs occurrences. Ainsi, les espèces qui apparaissent dans 1, 2, 23 et 24 stations sont triées et éliminées pour restreindre et alléger la matrice d'analyse. Ce sont :

- Espèces apparaissant dans une seule station : *Francolin bicalcaratus* (Frb), *Gallinago gallinago* (Gag), *Tringa erythropus* (Tre), *Accipiter badius* (Acb), *Crinifer piscator* (Cri), *Tockus nasitus* (Ton), *Campethera punctuligera* (Dep), *Dendropicops goertae* (Deg), *Andropadus virens* (Anv), *Andropadus curvirostris* (Anc), *Chlorocichla simplex* (Chs), *Thescelocichla leucopleura* (Thl), *Bleda canicapilla* (Blc), *Camaroptera brachyura* (Cab), *Camaroptera chloronata* (Cac), *Cyanomitra obscura* (Cyo), *Chalcomitra senegalensis* (Che), *Cinnyris chloropygius* (Cic), *Cinnyris coccinigaster* (Cio), *Cinnyris venustus* (Cyv), *Cinnyris cupreus* (Cyc), *Prionops plumatus* (Prp), *Passer griseus* (Pag), *Petronia dentata* (Ped), *Malimbus scutatus* (Mas), *Nigrita canicapilla* (Nic), *Uraeginthus bengalus* (Urb), *Lonchura bicolor* (Lob) ;

- Espèces apparaissant dans deux stations : *Anastonus lamelligerus* (Anl), *Circus aeruginosus* (Cia), *Porphyrio alleni* (Poa), *Porphyrio porphyrio* (Pop), *Macrodipteryx longipennis* (Mal), *Phoeniculus purpureus* (Php), *Hypergerus atriceps* (Hya);
- Espèce apparaissant dans 23 stations : *Milvus migrans* (Mim), *Pycnonotus barbatus* (Pyb) ;
- Espèce apparaissant dans 24 stations : *Bulbucus ibis* (Bui), *Telacanthura ussheri* (Teu), *Cypsiurus parvus* (Cyp), *Apus apus* (Apa), *Apus affinis* (Apf), *Hirundo rustica* (Hir), *Hirundo smithii* (His), *Hirundo semirufa* (Hie), *Hirundo senegalensis* (Hin), *Hirundo abyssinica* (Hia).

De même, les données relatives aux facteurs de l'habitat (variables du milieu) sont ensuite codées suivant un mode binaire (0,1) pour être facilement exploitables. Ainsi, pour la couverture de la végétation, ont reçu le code du chiffre 1 les variables : couverture de végétations aquatiques (VA), couverture de végétations ligneuses terrestres (VL) > 10 %. Toutes les autres des variables stationnelles ayant des valeurs inférieures sont affectées du chiffre 0 comme code. Pour la variable degré d'encombrement du sol (NS), les stations dont le sol est encombré au moins à 20 % ont reçu le code 1. De même, les différentes modalités des variables proportion de la frange d'eau libre (FL), proportion des bâtis (PB) supérieures ou égale à 50 % sont codées 1 et toutes valeurs inférieures ont reçues le code zéro.

Pour vérifier l'existence d'un certain degré de liaison entre les espèces d'oiseaux et les données décrivant les stations, nous avons réalisé une analyse des correspondances multiples (ACM) séparément sur chacun des relevés ornithologiques et variables de milieu puis nous avons calculé le coefficient de corrélation linéaire entre les coordonnées des stations sur les deux premiers axes factoriels issus de ces analyses. L'équation du modèle s'écrit : $F1(\text{oiseaux}) = -1,2623 * F1(\text{habitat})$. Le coefficient obtenu pour $F1(\text{oiseaux})/F1(\text{milieu})$ ($r = 0,728$ et $p < 0,0001$) est hautement significatif (**Figure 1**).

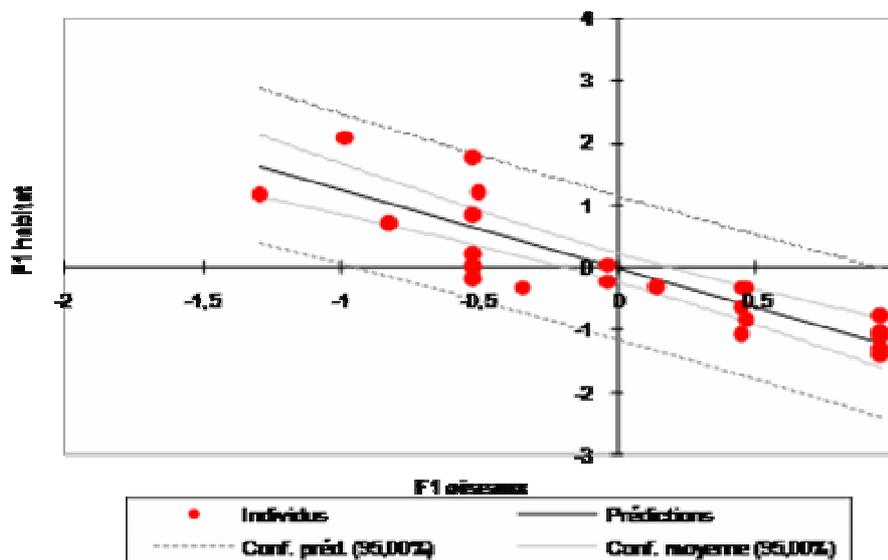


Figure 1 : Droites $F1/F1$ de corrélation entre la position des stations sur les axes de l'ACM « oiseaux » et de l'ACM « variables de l'habitat »

3. Résultats

3-1. Composition et richesse spécifique en oiseaux

115 espèces appartenant à 40 familles sont recensées dans la ville et les milieux connexes. Les familles les plus représentées sont les Ploceidae (10 espèces), Nectariniidae (8 espèces), Ardeidae (7 espèces), Sternidae, Cuculidae, Pycnonotidae, Estrildidae (6 espèces), Accipitridae, Hirundinidae, Sylviidae (5 espèces), Scolopacidae, Apodidae, Alcedinidae (4 espèces).

3-2. Analyse de la distribution des stations et des oiseaux dans le plan euclidien

3-2-1. Cartes factorielles des 68 espèces x 24 stations de relevés

3-2-1-1. Interprétation des axes factoriels

Les valeurs propres extraites par les trois premiers axes factoriels sont respectivement de 26,5 % ; 20,1 % et 9,9 % correspondant ainsi à une inertie totale de 56,5 %. Ce qui est suffisant pour tirer des conclusions majeures. Dans la suite, l'interprétation des données va se limiter à ces trois axes.

3-2-1-2. Caractérisation des groupes écologiques des stations dans le plan euclidien

➤ Interprétation du plan F1/F2 des stations (*Figure 2*)

5 groupes de stations apparaissent dans le plan F1-F2. Ce sont respectivement :

- le groupe des stations (S6, S7, S15) situé à l'extrémité positive de F1-F2. C'est une association d'habitats très humides marécageux ou de marais caractérisée par la forte présence de végétations aquatiques ;
- le groupe de stations (S2, S5, S19, S20, S24) localisé à l'extrémité positive F1 et négative F2. C'est le groupe des stations humides dominées à la fois par une frange d'eau libre et de végétations aquatiques ;
- le groupe de stations (S8, S9, S11, S13, S14, S17) est situé à l'extrémité négative F1 et positive F2. Le descripteur écologique caractéristique de ce groupe est la forte présence de végétations ligneuses puis vient la présence de bâtis. C'est donc le groupe des stations urbanisées et très boisées. La position très détachée de la station S17 (plantation de *Cocos nucifera* en zone péri-urbaine) soupçonne que cette station présente une particularité;
- le groupe (S1, S3, S4, S10, S18, S21, S22, S23) rejeté à l'extrémité négative des deux axes est une association de stations très anthropisées caractérisées par la forte présence de bâtis et de fort recouvrement d'éléments d'origine humains comme les tas d'immondices et les voies pavées ;
- le groupe (S12, S16) occupant une position centre axiale des deux axes, est une association de stations non occupées par des établissements humains mais caractérisées par l'absence totale de végétations ligneuses et aquatiques. Le descripteur écologique typique de ce groupe reste la forte couverture au sol d'herbacées ou de légumineuses.

L'axe F1 oppose donc incontestablement les stations de milieux humides de type marécage ou marais (axe positif) aux stations des milieux terrestres (très boisés, fortement occupés par des établissements humains) (axe négatif). Il marque donc à la fois un gradient d'humidité des milieux et du degré d'urbanisation. Cette situation se trouve particulièrement justifiée par la position du point de présence de S19. Par contre, l'axe F2 oppose les habitats urbains très humides (marécage et marais) ou urbanisés et très boisés aux habitats aquatiques lenticules (présence de frange d'eau libre) ou très anthropisés (forte proportion d'établissements

humains). Il exprime alors un gradient de présence de végétation. Ce constat se confirme par la position très positive de S17 qui est la station ayant le plus contribué à l'édification de F2.

➤ Plan F1/F3 des stations *(Figure 3)*

Dans le plan (F1-F3), la nette prépondérance de F1 sur F3 (26,46 % contre 9,9 % de valeurs propres) tend à imposer une disposition en parabole des points des stations (structure unidimensionnelle). Ceci laisse penser que l'axe 3 est une fonction quadratique du premier axe. A cet effet, la faible contribution de F3 à la partition ne lui permet pas d'exprimer une réalité toutefois, F3 met en évidence un sixième groupe de stations typiquement du littoral (S16, S17); confirmant ainsi la particularité de la station 17 soupçonnée plus haut.

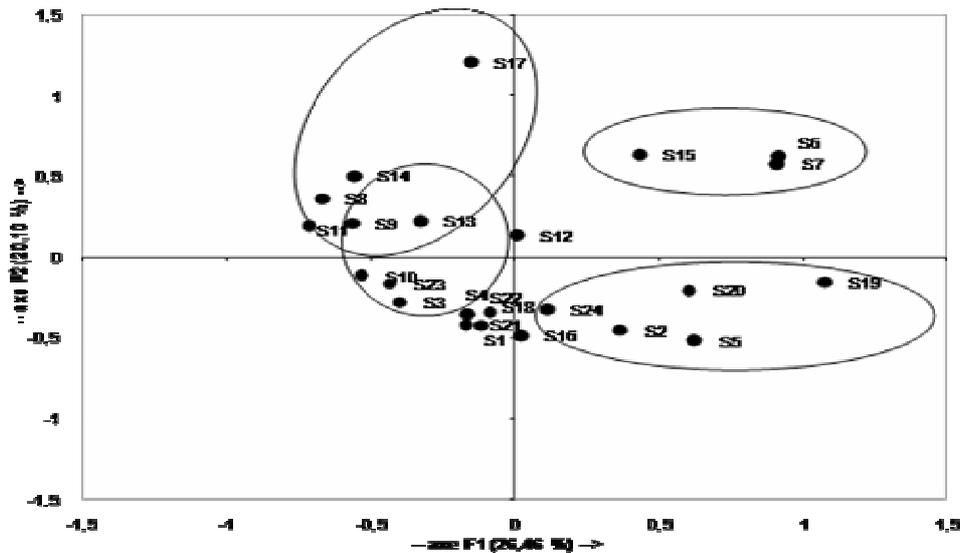


Figure 2 : Distribution des stations dans le plan euclidien (axes F1 et F2 : 46,57 %)

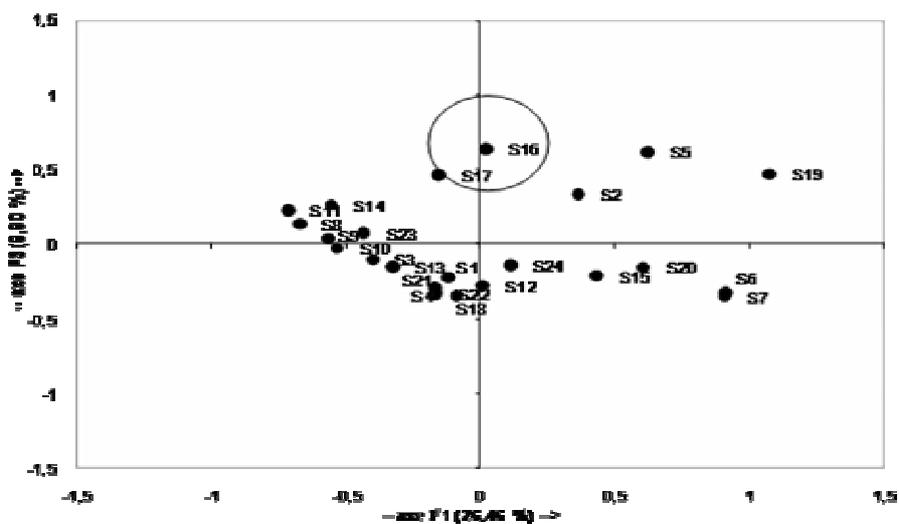


Figure 3 : Distribution des stations dans le plan euclidien (axes F1 et F3 : 36,37 %)

3-2-1-3. Interprétation des groupes écologiques des stations issus de la CAH

Le dendrogramme de Ward (**Figure 4**) dont l'axe vertical représente la dissimilarité (D) à laquelle les groupes euclidiens sont agrégés a donné trois lots de stations bien séparés. On retrouve les milieux typiquement humides sans influences d'éléments humains à droite, les milieux terrestres ou aquatiques bien pourvus en végétation, urbanisés ou influencés par la présence d'éléments humains au centre et ceux très urbanisés, sans végétation à gauche.

En « coupant » le dendrogramme à hauteur de $D = 14$, on obtient six grands groupes de stations bien emboîtés les uns dans les autres comme dans le plan euclidien. Cela traduit qu'il y a vraiment une structuration importante dans les stations. Ainsi, les stations (S16, S5, S19) forment le groupe 1. C'est le groupe des habitats sous influence d'eau et quasiment dépourvus de végétations ligneuses et aussi sans influence d'éléments humains.

Le groupe 2 est une association des stations dominées par les bâtis et fortement boisées (S8, S11, S14). Le groupe 3 est formé par les stations de faible couverture de végétations boisées mais soit bien couvertes par les bâtis, soit bien couverte par une végétation basse (S9, S15, S17). Le groupe 4 est constitué par les stations (S6, S7, S20). Ce sont là des habitats très humides (marécages) caractérisés par la forte couverture de végétations aquatiques et avec une faible présence d'éléments d'origine anthropiques. Le groupe 5 est celui des stations fortement urbanisées, caractérisées par la forte proportion des bâtis, de déchets humains et faiblement boisées ou parfois totalement dépourvues de végétations ligneuses (S3, S10, S1, S21, S18, S4, S22, S23). Le groupe 6 est constitué par les stations (S12, S13, S2, S24) qui sont des habitats humides caractérisés par la forte présence de végétations aquatiques mais influencées par la forte présence d'éléments d'origine anthropiques (immondices, planche de légumes ou habitations).

En somme, le groupe 1 représente le premier lot, le deuxième lot est représenté par les groupes 2, 3 et 4 alors que le lot 3 est celui des groupes 5 et 6. Cette séparation des stations traduit l'existence de trois faciès (ou physionomies) d'habitat dans la région urbaine de Cotonou. Ce qui fait soupçonner probablement trois communautés d'oiseaux.

De plus, l'ordination des stations sur les axes euclidiens fait clairement exprimer que ce sont des descripteurs écologiques (degré d'humidité et de végétation) qui constituent le critère d'agglomération des habitats urbains prospectés. Toutefois l'axe F1 exprime négativement l'influence du gradient d'urbanisation.

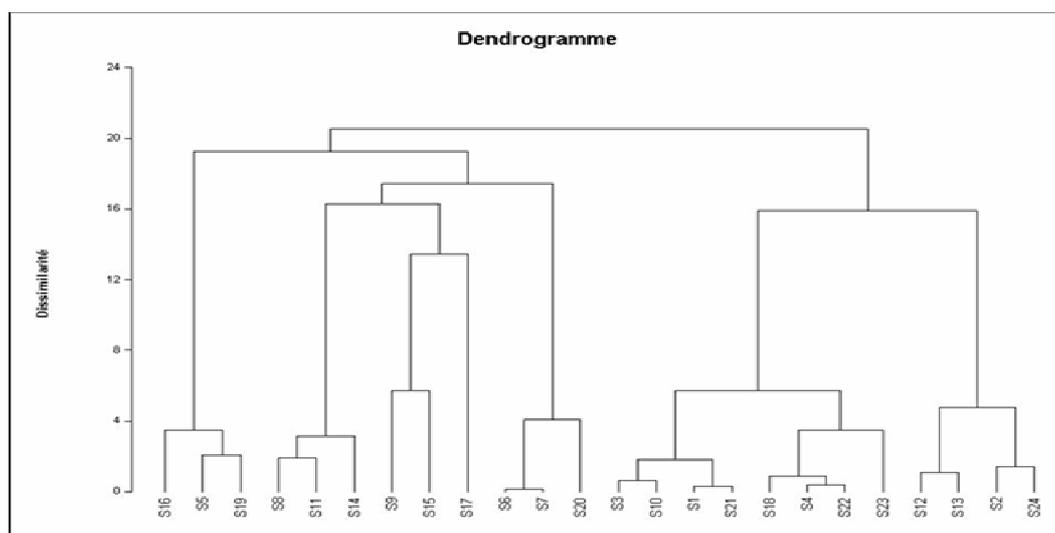


Figure 4 : Dendrogramme de dissimilarité de Ward des stations

3-2-1-4. Caractérisation des groupes écologiques des espèces d'oiseaux dans le plan euclidien

➤ Plan F1/F2 des espèces d'oiseaux et des variables d'habitat (**Figure 5**)

Comme précédemment remarquer, l'axe F1 correspond à un gradient d'humidité des habitats urbains. En effet, les variables végétation aquatique (VA), frange d'eau libre (FL) et un peu moins accusé le degré d'encombrement du sol (NS) sont situées à l'extrémité positive de F1. À ces variables s'opposent la végétation ligneuse terrestre (FL) et la présence de bâtis (PB). Ces variables ont apporté une contribution significative à l'édification de F1. En revanche, elles influent très peu sur F2. La variable végétations ligneuses terrestres (VL) est la seule ayant positivement corrélé à F2.

De nombreuses espèces d'oiseaux paraissent sensibles au gradient exprimé par F1. Ce sont :

Egretta garzetta (Egg), *Phalacrocorax africanus* (Pha), *Ardea melanocephala* (Arm), *Egretta ardesiaca* (Ega), *Egretta alba* (Egl), *Butorides striatus* (Bus), *Dendrocygna viduata* (Dev), *Amauromis flavirostra* (Amf), *Ardea cinerea* (Arc), *Cisticola anonymus* (Cin), *Cisticola brachypterus* (Cib), *Ploceus melanocephalus* (Plm), *Halcyon malimbica* (Ham), *Actophilornis africanus* (Aca), *Macronyx croceus* (Mac), *Centropus grillii* (Ceg), *Saxicola rubetra* (Sar). Leur point de présence est rejeté très à droite de F1. Ce sont là des oiseaux des stations marécageuses et de marais. Un deuxième groupe d'oiseaux montrant également la même tendance d'habitats humides mais un peu moins accusée qui se rapprochent de cet axe est constitué par : *Gelochelidon nilotica* (Gen), *Chlidonias niger* (Chn), *Chlidonias leucopterus* (Chl), *Chlidonias hybrida* (Chh), *Sterna dougallii* (Std), *Pluvialis squatarola* (Pls), *Sterna albifrons* (Sta). Ce groupe rassemble surtout les oiseaux typiques de franges d'eau libre et de littoral. Ce sont ces deux groupes d'espèces qui ont significativement contribué à l'édification de F1.

S'agissant de F2, ce sont les espèces d'oiseaux ubiquistes des formations terrestres ligneuses qui ont contribué positivement à son édification. Celles qui ont le plus contribué sont les espèces spécifiquement inféodées aux milieux fortement boisés : *Anthreptes gabonicus* (Ang), *Ploceus nigricollis* (Pln), *Plocepasser superciliosus* (Plu), *Euplectes franciscanus* (Euf), *Euplectes hordeaceus* (Euh), *Centropus senegalensis* (Ces), *Euplectes macrourus* (Eum), *Lonchura cucullata* (Loc), *Anthreptes collaris* (Ano), *Alcedo leucogaster* (All), *Centropus grillii* (Ceg), *Tchagra australis* (Tca), *Ceuthmochares aereus* (Cea) (groupe 3).

Ensuite viennent dans une moindre mesure *Lagonosticta senegala* (Lae), *Ploceus melanocephalus* (Plm), *Estrilda melpoda* (Esm), *Chrysococcyx cupreus* (Chc), *Corvinella corvina* (Coc), *Merops albicollis* (Mea), *Elanus caeruleus* (Elc), *Clamator leuallantii* (ClL), *Cisticola anonymus* (Cin), *Cisticola brachypterus* (Cib), *Lamprotornis splendidus* (Las), *Psittacula krameri* (Psk), *Turdus pelios* (Tup), *Ptilostomus afer* (Pta), *Passer domesticus* (Pad), *Ploceus nigerrimus* (Pli), *Vidua macroura* (Vim), *Chrysococcyx caprius* (Cha) (groupe 4). C'est le groupe d'oiseaux urbains communs des stations de faible couverture de végétations boisées mais soit bien couvertes par les bâtis, soit par une végétation basse bien couverte.

Enfin, F1-F2 met en évidence un cinquième groupe d'oiseaux de position proche centre axial constitué par : *Ploceus nigerrimus* (Pli), *Ploceus cucullatus* (Plc), *Halcyon senegalensis* (Has), *Corvus albus* (Coa), *Streptopelia vinacea* (Stv) et *Streptopelia senegalensis* (Ste) (groupe 5). Ce sont des espèces commensales ou très anthropophiles des milieux urbains très bâtis ou dont les sols sont encombrés par des déchets humains.

➤ Plan F1/F3 des espèces (**Figure 6**)

La forte prédominance de l'axe F1 sur F3 a imposé une structure unidimensionnelle à la carte factorielle décrite par les espèces dans le plan F1-F3. Cet état de chose fait que l'axe F3 s'interprète difficilement en terme de groupe écologique avien. La contribution des variables à cet axe est en effet des plus réduites.

Seules les espèces de franges libres et du littoral : *Pluvialis squatarola* (Pls), *Gelochelidon nilotica* (Gen), *Chlidonias niger* (Chn), *Chlidonias hybrida* (Chh), *Chlidonias leucopterus* (Chl), *Sterna dougallii* (Std), *Sterna albifrons* (Sta) qui sont déjà signalées sur F1 ont encore le plus contribué positivement à l'édification de cet axe.

En outre, les espèces ci-après sont aussi corrélées positivement moins fort que les précédentes avec F3 : *Motacilla flava* (Mof), *Kaupifalco monogrammicus* (Kam), *Calidris minuta* (Cam), *Pocephalus senegalus* (Poe), *Ptilostomus afer* (Pta), *Halcyon senegalensis* (Has) (groupe 6). C'est le groupe caractéristique des oiseaux des plantations de *Cocos nucifera* du cordon littoral ancien de Cotonou (station S17).

3-2-1-5. Interprétation des groupes écologiques des oiseaux issus de la CAH

En « coupant » le dendrogramme des espèces (**Figure 7**) à hauteur de $D = 18$, on obtient également 6 grands groupes d'avifaunes (G1, G2, G3, G4, G5, G6) (figure 8). Ainsi :

- G1 est formé par les oiseaux indicateurs de la frange d'eau libre et du littoral : *Pluvialis squatarola* (Pls), *Gelochelidon nilotica* (Gen), *Chlidonias niger* (Chn), *Chlidonias hybrida* (Chh), *Chlidonias leucopterus* (Chl), *Sterna dougallii* (Std), *Sterna albifrons* (Sta) ;

- G2 est une association d'oiseau fréquentant des milieux boisés et bien urbanisés comme *Eurystomus glaucurus* (Eug) et *Dicrurus adsimilis* (Dia) auxquels se sont ajoutées des espèces des rivages (berges lagunaires et littoral) comme *Ploceus aurantius* (Pla), *Calidris minuta* (Cam) et *Motacilla flava* (Mof) ;

- G3 est constitué par : *Ardea cinerea* (Arc), *Egretta ardesiaca* (Ega), *Egretta alba* (Egl), *Phalacrocorax africanus* (Pha), *Dendrocygna viduata* (Dev), *Actophilornis africanus* (Aca), *Amauromis flavirostra* (Amf), *Saxicola rubetra* (Sar). Ce sont des espèces inféodées aux végétations aquatiques très couvertes des marécages et marais ;

- G4 est le groupe d'avifaune de stations terrestres à tendance humide ayant une végétation buissonnante : *Estrilda melpoda* (Esm), *Euplectes macrourus* (Eum), *Ceuthmochares aereus* (Cea), *Centropus grillii* (Ceg), *Macronyx croceus* (Mac), *Cisticola anonymus* (Cin), *Cisticola brachypterus* (Cib), *Euplectes franciscanus* (Euf), *Alcedo leucogaster* (All), *Plocepasser superciliosus* (Plu), *Euplectes hordeaceus* (Euh), *Centropus senegalensis* (Ces) ;

- G5 est formé par : *Clamator levaillantii* (Cll), *Tyto alba* (Tya), *Kaupifalco monogrammicus* (Kam), *Accipiter badius* (Acb), *Lamprotornis splendidus* (Las), *Turdus pelios* (Tup), *Chrysococcyx cupreus* (Chc), *Corvinella corvina* (Coc), *Psittacula krameri* (Psk), *Chrysococcyx caprius* (Cha), *Pocephalus senegalus* (Poe), *Streptopelia semitorquata* (Sts), *Ptilostomus afer* (Pta). C'est le groupe caractéristique des oiseaux des cocoteraies (*Cocos nucifera*) ;

- G6 : est formé :

➤ d'une part par : *Vidua macroura* (Vim), *Tchagra senegala* (Tcs), *Lonchura cucullata* (Loc), *Anthreptes collaris* (Ano), *Lagonosticta senegala* (Lae), *Passer domesticus* (Pad), *Elanus caeruleus* (Elc), *Ploceus melanocephalus* (Plm), *Anthreptes gabonicus* (Ang) qui sont des oiseaux fréquentant des milieux urbains de faible couverture de végétations boisées mais bien couvertes par les bâtis ou de végétations basses ;

➤ d'autre part par : *Butorides striatus* (Bus), *Ardea melanocephala* (Arm), *Egretta garzetta* (Egg), *Ploceus melanocephalus* (Plm), *Merops albicollis* (Mea), *Ispidina picta* (Isp), *Halcyon malimbica* (Ham). Ce sont là des espèces communes ou ubiquistes des stations marécageuses et de marais.

➤ en outre par : *Ploceus nigerrimus* (Pli), *Ploceus cucullatus* (Plc), *Corvus albus* (Coa), *Streptopelia vinacea* (Stv), *Streptopelia senegalensis* (Ste), *Halcyon senegalensis* (Has). On reconnaît ici que ce sont des espèces très commensales inféodées aux milieux très urbanisés (forte portion des bâtis et absence de végétations ligneuses caractéristiques).

Enfin, à ces groupes s'ajoutent les espèces qui ont été supprimées lors de l'analyse du fait qu'elles n'apportent pas trop d'informations :

- les espèces apparaissant dans une seule station sont celles inféodées aux cordons littoraux. On retrouve *Gallinago gallinago* (Gag) et *Tringa erythropus* (Tre) qui sont des oiseaux des plages (cordon littoral récent) donc assimilables à G1. Hormis ces deux espèces, toutes les autres sont spécifiques à la plantation de *Cocos nucifera* (G 5) ;
- les espèces rencontrées dans deux stations expriment deux réalités. En effet, exceptées *Macrodipteryx longipennis* (Mal) et *Phoeniculus purpureus* (Php) qui sont des espèces terrestres de cocoteraie (G5), toutes les autres sont des oiseaux des milieux humides marécageux, donc assimilables à G 6.
- les espèces apparaissant dans 23 et 24 stations constituent le groupe d'oiseaux ubiquistes qui ont réussi à coloniser tous les milieux urbains. On retrouve dans ce groupe des oiseaux très éclectiques comme *Milvus migrans* (Mim), *Pycnonotus barbatus* (Pyb) et *Bulbucus ibis* (Bui) d'une part et d'autre part des planctophages aériens présents au-dessus de tous les habitats en quête perpétuelle d'insectes : *Telacanthura ussheri* (Teu), *Cypsiurus parvus* (Cyp), *Apus apus* (Apa), *Apus affinis* (Apf), *Hirundo rustica* (Hir), *Hirundo smithii* (His), *Hirundo semirufa* (Hie), *Hirundo senegalensis* (Hin), *Hirundo abyssinica* (Hia). Ces espèces peuvent rejoindre le groupe G2.

En conclusion, on remarque que cette distribution des oiseaux est identique à celle des stations traduisant la structuration des communautés sur l'ensemble des stations. De plus on ne note pas une structuration des stations selon le gradient d'investigation, donc l'urbanisation n'affecte pas encore beaucoup la composition et la distribution des espèces aviennes urbaines de Cotonou : les regroupements d'oiseaux sont très peu dépendant du degré d'urbanisation dans la ville de Cotonou et sa banlieue. L'élément déterminant d'association des communautés aviennes étudiées est surtout la végétation.

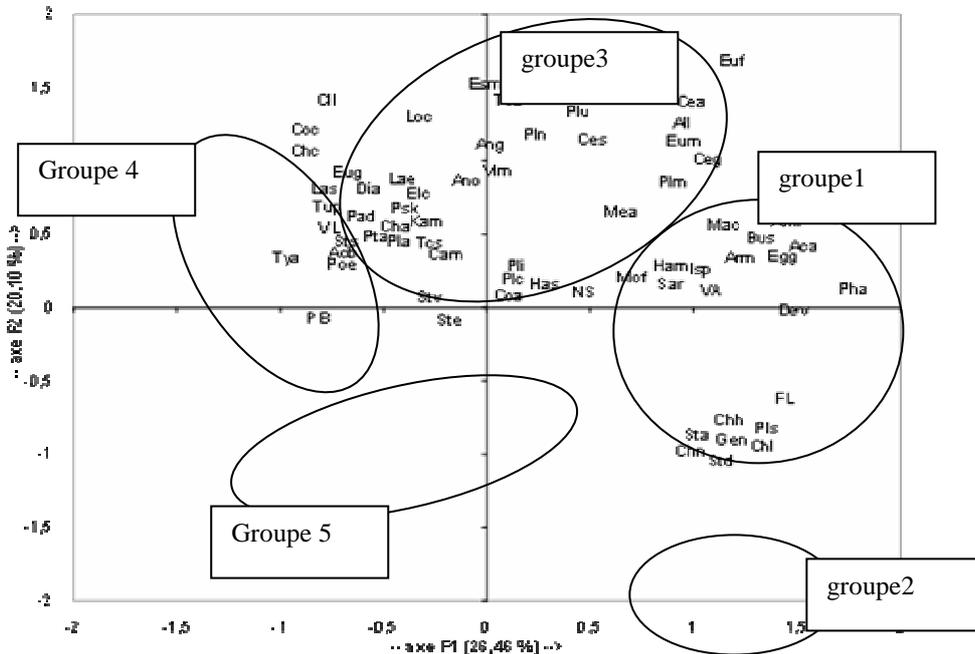


Figure 5 : Distribution des oiseaux dans le plan euclidien (axes F1 et F2 : 46,57 %)

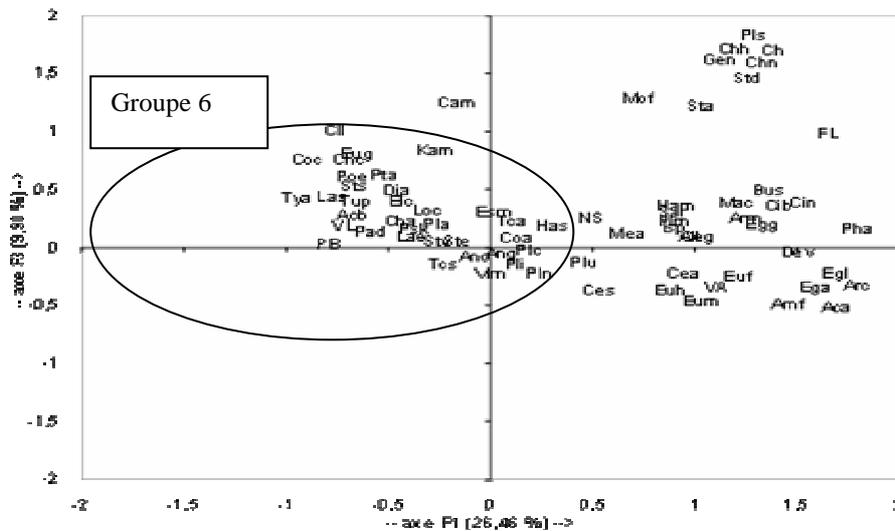


Figure 6 : Distribution des oiseaux dans le plan euclidien (axes F1 et F3 : 36,37 %)

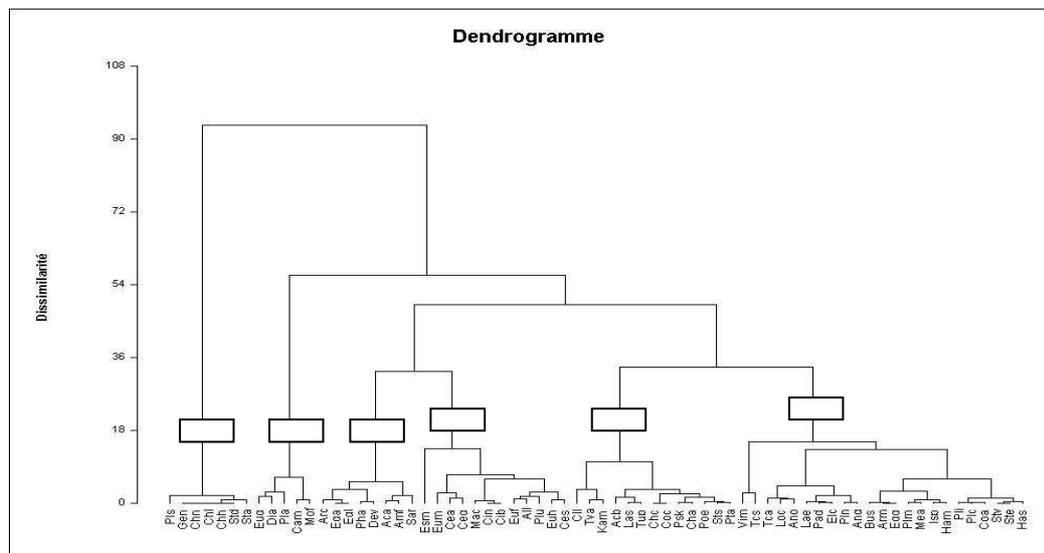


Figure 7 : Dendrogramme de dissimilarité de Ward des espèces d'oiseaux

4. Discussion

4-1. Composition avienne de la ville

Quatre espèces ont été contactées hors stations dans la ville. Ce sont : *Columba livia* (Pigeon biset), *Phasianus colchicus* (Faisan de cochide), *Pavo cristatus* (Paon bleu) et *Psittacus erithacus* (Perroquet jaco). Ce sont là des espèces exotiques. Mais elles n'ont pas été ajoutées à cette liste car exceptée *Columba livia*, seul un individu des autres espèces a été contactée une seule fois, donc probablement des oiseaux échappés des élevages. Aussi il faut reconnaître que le Pigeon de biset n'existe plus à l'état sauvage. Tous les individus rencontrés dans la ville proviennent d'élevage.

Il importe aussi de remarquer que les individus de *Poicephalus senegalus* contactés dans nos stations seraient probablement des échappés d'élevage car cette espèce n'est pas présente dans la région côtière béninoise [31]. Donc étant donné son caractère sinanthrope et son régime alimentaire euryphage, elle s'est accommodée à l'environnement urbain.

En outre, la faible importance des espèces exotiques montre que l'avifaune de Cotonou n'est pas encore polluée par des espèces exotiques comme c'est le cas dans d'autres études. En effet, les études ont généralement démontré que l'abondance et la diversité des oiseaux résidant en régions urbaines déclinent avec l'occupation, pendant que abondent quelques espèces sinanthropes exotiques ou résidentes [8,24,32-34].

4-2. Analyse comparée de la composition actuelle d'oiseaux aux listes préexistantes

S'agissant de la composition ancienne, aucun travail portant essentiellement sur l'avifaune urbaine n'est effectué au Bénin, néanmoins quelques observations sporadiques antérieures ont été faites par les auteurs dans l'aire d'étude. Les espèces comme *Bulbucus ibis*, *Milvus migrans*, *Elanus caeruleus*, *Actophilornis africanus*, *Pluvialis squatarola*, *Actitis hypoleucos*, *Chlidonias sp.* (Guifette), *Apus affinis*, *Hirundo rustica*, *Passer griseus* sont signalées par [35] à Cotonou. Par contre, les oiseaux comme *Charadrius marginalis* (Pluvier), *Oedichnemus sp.*, *Sterna caspia* (Sterne caspienne), signalés par cet auteur comme fréquentant le littoral (plage) de Cotonou ne sont pas jamais contactés lors de nos observations. Aussi note-t-on que toutes les Sternidae référencées dans ce travail ont été citées par [36] Loubégnon (2000) sur le littoral et le chenal de Cotonou.

4-3. Analyse de la distribution et implication pour l'aménagement urbain

L'absence d'une part de structuration des stations selon le gradient d'investigation (ZFU et ZNU) et d'autre part d'impacts remarquables de l'urbanisation sur la distribution avienne de la ville découlent certainement de l'aspect de ville mal bâtie qu'offre Cotonou. En effet, dans les deux zones de la ville on note régulièrement des domaines abandonnés où se développent des végétations sauvages naturelles à côté des maisons. Ce qui crée des écotones refuges pour certains animaux notamment les oiseaux. De plus, l'étalement de la ville généré par la multiplication des bidonvilles a favorisé aussi la coexistence de milieux naturels (marécages et mares) aux côtés des taudis des quartiers défavorisés. Ces milieux naturels constituent des habitats refuges favorables aux oiseaux. Ce qui reste tout de même un atout à la conservation de la biodiversité. Mais cela paraît éphémère dans la mesure où ces domaines abandonnés sont déjà des propriétés privées loties, susceptibles d'être mises en valeurs à court et à moyen terme. Face à cette situation, il est indispensable aujourd'hui d'opérer des aménagements en faveur de la conservation de la biodiversité avienne dans la ville. Car, l'analyse de la distribution avienne a permis d'évaluer la sensibilité des espèces d'oiseau face au développement urbain. Elle a mis en exergue le rôle prépondérant de la végétation sur l'avifaune urbaine. Ainsi l'une des informations décisionnelles provenant des groupes écologiques d'oiseaux et de stations générés par les cartes factorielles est la nécessité de réaliser des zonages naturels dans la ville car ils constituent un l'outil fondamental utilisé dans le développement des plans directeurs urbains [6].

Ensuite, la particularité avienne exprimée par la plantation de *Cocos nucifera* (S17) tient du fait de sa richesse spécifique avienne (91 espèces) et donc cette qualité d'habitat exceptionnel connexe à la ville doit constituer une priorité à la conservation. Malheureusement la demande croissante d'espace d'habitation autour de la ville occasionne la destruction systématique de cet habitat des oiseaux. En effet, ces dernières années, la poussée démographique et l'urbanisation sauvage de la ville de Cotonou font que le complexe

mangrove-zone littorale où se situe la plantation de cocoteraie meurt avec la dégradation sans cesse croissante des fourrés, des zones de frayère et surtout de la mangrove. Cette frange littorale, qui longe la « route des pêches », est dans un état critique à cause de la surexploitation.

De même, en considérant les caractéristiques (pourcentage de région couvert, milieux bâtis espace ouvert, végétation et eau) entourant les sites, nous avons trouvé que dans les régions fortement bâties sont pauvres en oiseaux et se caractérisent surtout par des espèces d'oiseau anthropophiles (ex : *Ploceus nigerrimus* -Pli, *Ploceus cucullatus*-Plc, *Corvus albus*-Coa, *Streptopelia vinacea*-Stv, *Streptopelia senegalensis*-Ste). De la même façon, l'augmentation dans la couverture végétale entraîne une richesse d'espèce d'oiseau d'habitats boisés (ex. S8, S9, S11, S13, S14, S17). Cela renseigne que pour conserver la biodiversité et assurer l'épanouissement des espèces terrestres, il faut établir le long des rues des plantations d'arbres pour servir de couloir de connexion entre le centre ville sinon on assistera à un confinement des espèces. De plus, étant donné que la pression d'occupation foncière s'attaque aux régions encore intactes dans les banlieues, ces couloirs de connexion sont une solution au maintien de paysage et une alternative de planification pour conserver la diversité existante d'habitats [37].

Enfin, l'expression du gradient d'humidité comme facteur d'habitat déterminant pour l'avifaune à Cotonou trouve tout son sens car le site de la ville est une zone marécageuse. D'ailleurs la ville fait partie intégrante d'un site Ramsar 1018. Les milieux humides constituent alors les habitats originels de la ville et, de ce fait leur sauvegarde est déterminante pour la conservation du potentiel de biodiversité avienne urbaine de Cotonou.

4-4. Menaces sur l'avifaune

Face à la paupérisation croissance des populations locales, les oiseaux subissent une pression de chasse grandissante. Presque toutes les espèces sont chassées comme oiseaux gibiers dans la ville mais principalement, certaines espèces d'oiseaux constituent une source importante de protéines pour l'alimentation humaine. Il s'agit de:

- *Dendrocygna viduata*, *Amauromis flavirostra*, *Porphyrio alleni* et *Porphyrio porphyrio* qui sont régulièrement abattues et leurs œufs sont aussi ramassés,
- *Anastonus lamelligerus*, *Francolin bicalcaratus*, *Calidris minuta*, *Gallinago gallinago*, *Tringa erythropus* et *Actitis hypoleucos* sont très chassés. Ce braconnage des espèces migratrices dans les quartiers d'hivernage est très nocif aux efforts consentis en matière de protections de ces oiseaux dans les pays occidentaux.

De même, toutes les espèces de Columbidae sont capturées surtout par les enfants pour qui cela constitue une activité très lucrative car un individu capturé vivant et mis en cage peut coûter entre jusqu'à 1.500 francs CFA.

Cet état de chose n'arrange pas beaucoup la conservation des oiseaux. Il faudra désormais inciter les autorités municipales à intégrer les actions de conservation de la biodiversité des oiseaux à travers les spots de sensibilisation. De même, la nécessité de création d'une base de données ornithologiques est aujourd'hui indispensable pour la municipalité.

De plus, Cotonou étant très polluée par les gaz issus des pots d'échappement des motocyclettes et des automobiles (pour la plupart amortie), cela constitue un danger aussi bien pour les hommes que pour les organismes vivants. Cette pollution ajoutée à l'effet du bruit qu'occasionnent la circulation ralentie la photosynthèse et engendre le nanisme chez les plantes situées le long des grandes artères. De même, d'importantes pertes de plants sont enregistrées dans les actions de reboisement urbaines. Les plantes sont soit détruits (effet de broutage par les animaux domestiques en divagation, traumatismes humains dus à l'urine, à l'écorçage, recherche de racine, de feuille, de bois de chauffe, etc). Tout ceci ne permet pas

l'émergence d'une foresterie urbaine efficace dans l'environnement urbain de Cotonou. Ce qui constitue un handicap pour la conservation de l'avifaune terrestre.

En outre, l'architecture moderne entraîne de plus en plus une réduction des possibilités de nidification pour de nombreux oiseaux (Hirundinidae et Columbidae surtout). L'imperméabilisation du sol, le recours aux plantes exotiques rendront aussi la vie difficile à long terme à l'avifaune urbaine.

5. Conclusion

A travers cette étude, nous avons essayé de connaître les espèces d'oiseaux qui peuplent la ville de Cotonou ainsi que leurs relations avec les facteurs de leur habitat, afin de mieux comprendre le déterminisme de la présence de certaines d'entre elles dans un milieu aussi modifié que celui d'une grande ville.

D'une part, la ville de Cotonou recèle une faune avienne non négligeable. En effet, 115 espèces appartenant à 40 familles sont recensées dans la ville et ses alentours avec une forte proportion de passereaux (56 espèces soit 49,12 %) et 20 espèces de migrants paléarctiques. 84 espèces (73,04 %) sont recensées dans la Zone Fortement urbanisée (ZFU) contre 110 espèces (95,65 %) en zone péri-urbaine.

D'autre part, les méthodes utilisées dans l'analyse de nos résultats semblent permettre une certaine clarification sur la relation oiseau-habitat. Elles mettent en effet en évidence une bonne correspondance entre l'avifaune et les facteurs de l'habitat considérés. Ces résultats obtenus peuvent servir de base scientifique pour orienter l'aménagement urbain. Ainsi, il s'avère très nécessaire de sauvegarder et d'aménager les milieux humides (marécages, marres et marais ainsi que le chenal de Cotonou) et les espaces boisés prioritairement les plantations de *Cocos nucifera* des littoraux pour sauvegarder et permettre la diversité avifaunistique de la ville.

Ensuite, il serait opportun de pousser les recherches sur la dynamique des populations et les critères de choix d'habitat de certaines espèces ciblées dignes d'intérêt ou menacées. Car, devant la crise de la biodiversité courante en Afrique, les scientifiques et autres aménagistes devraient essayer de conserver la faune en utilisant de nouvelles approches [38]. L'environnement urbain comme celui de Cotonou avec sa multitude de types d'habitat, devrait être envisagé comme un nouveau pôle de la conservation sous les tropiques [24]. Un but à long terme des écologistes urbains, devrait être la conservation de la biodiversité et prioritairement des habitats naturels en milieu urbain car, dans un monde composé de plus en plus de fortes populations urbaines cela peut permettre aussi plus de contact entre les humains et la nature et, améliorer potentiellement la qualité de leur vie [9,39]. En général, on remarque une appréciation humaine de plus en plus croissante de nature [40,41].

Nous espérons que ces conclusions puissent être utilisées dans la conservation et gestion d'espèces d'oiseaux dans la ville de Cotonou et ses environs.

Références

- [1] - WORLD RESSOURCES INSTITUTE, *World Resources 1996-1997*. Oxford University Press, Oxford (1996)
- [2] - G. KLAUS, *Ville et nature : y a-t-il vraiment incompatibilité ? Informations de la biodiversité Suisse. Biodiversité en milieu urbain*, Ed. Hotspot. (2003).
- [3] - F. TATIBOUET, D.CHESSSEL, J. BROYER, et J. D. LEBRETON, *Étude des peuplements d'oiseaux nicheurs de la zone urbaine de Lyon. Rapport final du Contrat Écologie urbaine n°237-01-78-00314 Ministère de l'Environnement* (1980).

- [4] - P. M. VITOUSEK, H. A. MOONEY, J., LUBCHENCO and J. M. MELILLO, *Science* 277(1997) 494-499.
- [5] - D. PIMENTEL, U. STACHOW, D. A. TAKACS, H. W. BRUBAKER, A.R. DUMAS, J. J. MEANEY, J. A. S. ONEIL, D. E. ONSI and D. B. CORZILIUS, *Bioscience* 42(1992) 354-362.
- [6] - W. R. TURNER, *Landscape and Urban Planning* 65(2003) 149-166.
- [7] - F. MORNEAU, R. DECARIE, R. PELLETIER, D. LAMBERT, J.-L. DESGRANGES and J.-P. SAVARD, *Landscape Urban Plann.* 44(1999) 111-121.
- [8] - C.-R. PARK, and W. S. LEE, *Landscape Urban Plann.* 51(2000) 29-36.
- [9] - P. CLERGEAU, J. JOKIMÄKI, and J. SAVARD, *J. Appl. Ecol.* 38(2001) 1122-1134.
- [10] - E. E. PORTER, B. R. FORSCHNER and R. B. BLAIR, *Urban Ecosyst.* 5(2001) 131-151.
- [11] - D. N. JONES, *Aust. Wildl. Res.* 8 (1981) 109-119.
- [12] - R. J. GREEN, *Aust. Wildl. Res.* 11 (1984) 181-190.
- [13] - K. A. WOOD, *Wildl. Res.* 23 (1996) 605-620.
- [14] - J. G. WHITE, M. J., ANTOS, J. A. FITZSIMONS, and G. C. PALMER, *Landscape and Urban Planning* 71 (2005) 123-135
- [15] - J.-P. L. SAVARD, P. CLERGEAU and G. MENNECHEZ, *Landscape Urban Plann.* 48 (2000) 131-142.
- [16] - D. T. BOLGER, A. C. ALBERTS, R. M. SAUVAJOT, P. POTENZA, C. McCALVIN, D. TRANS, S. MAZZONI and M. E. SOULE, *Ecol. Appl.* 7 (1997) 552-563.
- [17] - K. R. CROOKS, A. V. SUAREZ, D. T. BOLGER and M. E. SOULE, *Conserv. Biol.* 15(2001) 159-172.
- [18] - C. 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. Univ. de Burundi (2005).
- [19] - C. P. CATTERALL, R. J. GREEN and D. N. JONES, *Nature Conservation 2 The Role of Corridors*. Surrey Beatty and Sons, Chipping Norton, (1991) 247-258.
- [20] - FERNANDEZ-JURICIC, E. *Ecol. Res.* 15(2000) 373-383.
- [21] - D. S. COOPER, *Biol. Conserv.* 104(2002) 205-210.
- [22] - J. JOKIMÄKI, P. CLERGEAU and M.-L. KAISANLAHTI-JOKIMÄKI, *J. Biogeogr.* 29(2002) 69-79.
- [23] - J. M. MARZLUFF, R. BOWMAN, R. DONNELLY, *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World*. Kluwer (Eds.), *Academic Publishers*, Boston, MA, USA (2001).
- [24] - H. C. LIM and N. S. SODHI, *Landscape and Urban Planning* 66 (2004) 199-215.
- [25] - INSAE-PREPRE, Troisième Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH 3)- Synthèse des analyses en brèf. Cotonou, Bénin. (2002)
- [26] - J. BLONDEL, C.FERRY et B. FROCHOT. *Alauda*, 38 (1970) 55-71.
- [27] - N. BORROW, And R. DEMEY, *A guide to the birds of Western Africa*. *Princeton University Press*, Princeton, (2001).
- [28] - R. PRODON, Dynamique des systèmes avifaune-végétation après déprise rurale et incendies dans les Pyrénées méditerranéennes siliceuses. Thèse Doc. Sc. Nat., Univ. Paris VI, (1988)
- [29] - R. PRODON et JD. LEBRETON, *Vie et milieu* (1980) 44:(11)(1994) 69-91.
- [30] - D.CHEssel et D.DEBOUZIE, Analyse des Correspondances et écologie : causes et conséquences du succès. Actes XII^{ème} colloque "méthodes mathématiques appliquées en géographie". Besançon (1983) 117-130
- [31] - O. T. LOUGBEGNON, J. T. C. CODJIA, et M. R. LIBOIS, Biodiversité et distribution écologique de l'avifaune des plantations du Sud du Bénin. *Actes du 1er colloque de l'UAC des Sciences Cultures et Technologies, Agronomie* (2007) 47-67
- [32] - J. T. EMLEM, *Condor* 76(1974) 184-197.
- [33] - L. TOMIALOJC, *Acta Ornithol.* 33(1998) 159-171.

- [34] - Y. NATUHARA and C. IMAI, *Biod. Conserv.* 8(1999) 239-253.
- [35] - J.VERSCHUREN, *Bulletin de l'Institut Royal des sciences Naturelles de Belgique. Biologie* 58 (1998) 185-206.
- [36] - O. T. LOUGBEGNON, Phénologie d'apparition et répartition géographique des Sternidae (Sterna sp. et Chlidonias sp.) dans les milieux aquatiques du lac Nokoué. Mém. Maîtrise Géogr., FLASH, UAC, (2000).
- [37] - N. S. SODHI, C. BRIFFETT, L. KONG and B.YUEN, *Landscape and Urban Planning* 45 (1999) 123-130
- [38] - R. J., SAFFORD and C. G. JONES, *Conserv. Biol.* 12(1998) 169-176.
- [39] - W. W. SHAW, W. R., MANGUN and J. R. LYONS, *Leisure Sci.* 7 (1985) 361-375
- [40] - L. SCHICKER, Children, wildlife, and residential developments. In: Stenberg, K., Shaw, W. (Eds.), *Wildlife Conservation and New Residential Developments*. University of Arizona, Tucson, AZ, USA, (1986) 48-55.
- [41] - C. L. E ROHDE and A. D. KENDLE, *Human Well-Being, Natural Landscapes and Wildlife in Urban Areas: A Review*. English Nature, Peterborough, UK. (1994)