

Distribution des passereaux dans les biotopes forestiers et de substitution forestiers au Sud-Bénin

O. T. Lougbégnon^{15&16}, B. A. Tente¹⁶, J. T. C. Codjia¹⁴ & M. R. Libois¹⁷

Résumé

Les passereaux constituent un groupe clé d'avifaune en milieu forestier sur lequel il faut se fonder pour le suivi des oiseaux et la dynamique du paysage. Ceux des milieux forestiers et de substitution (plantations et jachères) du Sud-Bénin sont recensés par la technique de point d'écoute de 20 minutes à travers 45 stations de 2003 à 2007. L'étude de leur distribution effectuée au moyen de l'Analyse des Correspondances Multiples et de la Classification Hiérarchique Ascendante a révélé une nette opposition entre les communautés d'oiseaux forestiers et celles des plantations et des jachères. Ainsi, sur l'ensemble des stations prospectées, le peuplement avien est bien structuré et cette structure peut être mise en relation avec le gradient de végétation prospectée. Des groupes d'oiseaux indicateurs des différents biotopes en présence sont mis également en exergue à savoir : espèces aviennes ubiquistes des milieux boisés ; espèces aviennes nettement ubiquistes ou « passe-partout » dans tous les milieux ; oiseaux des milieux de substitution boisés (plantation et jachère ancienne ou sous-plantation) ; oiseaux des milieux de substitution non boisés (jachères buissonnante ou jeune) ; oiseaux typiques de forêts humides. Tout de même l'inexistence de différence de composition avienne est notée entre les jachères et les plantations. De même il n'existe pas de groupe de passereaux discriminant les plantations d'*Elaeis guineensis* et de *Tectonia grandis* qui se comportent comme des jachères évoluées alors que les plantations de *Cocos nucifera* sont bien individualisées.

Mots-clés : Passereaux, forêt, plantation, jachère, Sud-Bénin.

Composition and distribution of passerines in relation to forest and adjacent habitats in Southern Benin

Abstract

The passerine constitutes a key group of forest birds on which it is necessary to found for the follow-up of the avian and the dynamics of the landscape. Those of the forest surroundings and substitution (plantation and fallow) of the south of Benin are counted by the technique of point of monitoring of 20 minutes through 45 stations of 2003 to 2007. Their distribution done by Analysis of the Multiple Correspondences and Ascending Hierarchical Classification revealed a clear opposition between the forest bird communities and those of the plantations and fallows. Thus, on the set of the prospected stations, the avian population is structured well and this structure can be put in relation with the gradient of vegetation prospected. Groups of indicator birds of the different biotopes in presence have also been put in inscription as follows: avian species wooded surrounding ubiquities; avian species distinctly ubiquities or " versatile " in all surroundings; birds of the wooded surroundings of substitution (plantation and old fallow or under - plantation); birds of the non wooded surroundings of substitution (fallows bushy or young); birds typical of humid forests. All the same the non-existence of difference of avian composition is noted between fallow and plantation. In the same way group of passerine doesn't discriminating in the plantations of *Elaeis guineensis* and *Tectonia grandis* that behave as fallows evolved whereas the plantations of *Cocos nucifera* are individualized well.

Keywords: Passerine, forest, plantation, fallow, Southern Benin.

INTRODUCTION

L'évolution des peuplements terrestres d'oiseaux est fonction des changements intervenant dans le couvert végétal (Martin et Thibault, 1983). Les oiseaux sont très dépendants des structures de la végétation et sont de bons indicateurs des changements écologiques (Skinner *et al.*, 1996). De nombreuses études ont montré que les oiseaux sont très dépendants de la structure et des variations de l'habitat surtout du point de vue de la végétation (MarcArthur, 1964 ; Blondel *et al.*, 1973 ; Blondel, 1975 ; Cordonnier, 1976 ; Tatibouet *et al.*, 1980 ; Ralph et Scott, 1981 ; Roché, 1982 ; Boecklen,

¹⁵ Dr. O. Toussaint Lougbégnon et Prof. Dr. Ir. Jean T. Claude Codjia, Laboratoire d'Aménagement Forestier et de Biogéographie /DAGE/FSA/UAC, jtcodjia@yahoo.fr & tlougbe@yahoo.fr

¹⁶ Dr. Brice A. Tente, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Recette Principale, Cotonou 01, Bénin

¹⁷ Prof. Dr. M. Roland Libois, Institut de Botanique, B22, 4000 Sart Tilman Liège. /Département des Sciences et de gestion de l'environnement/ unité de recherche Zoogéographique, Roland.Libois@ulg.ac.be

1986 ; Prodon, 1988 ; Bibby, *et al.*, 1992 ; Bersier et Meyer, 1994 ; Bersier et Meyer 1995 ; Conner et Dickson, 1997 ; Bennun et Fanshawe, 1998 ; Monticelli, 1999 ; Krueper *et al.*, 2003 ; Skowno et Bond, 2003 ; Ndayikengurukiyé, 2005 ; Gottschalk *et al.*, 2007 ; etc.). C'est d'ailleurs ce qui fait que les oiseaux sont souvent utilisés comme indicateurs écologiques soit pour caractériser les milieux, soit pour mesurer l'évolution des milieux (Anderson et Robbins, 1981 ; Newmark, 1991 ; Andrén, 1994 ; Bellamy *et al.*, 2000 ; Thompson *et al.*, 2000 ; Brotons *et al.*, 2004 ; Sodhi *et al.*, 2005 ; Delahayé, 2006 ; Paquet *et al.*, 2006 ; etc.).

Parmi les oiseaux inféodés aux biotopes terrestres, les passereaux occupent une place de choix. En effet, les passereaux sont généralement de petite taille (sauf les corvidés) donc très adaptés aux biotopes forestiers et assimilés en témoignent leur importance numérique : les passereaux font environ les deux tiers de la faune aviaire mondiale (environ 5.000 espèces, Avibase, 2007). Ils sont des oiseaux perchés et chanteurs et paraissent fort bien s'adapter aux modifications de biotope occasionnées par l'activité humaine. Ils sont erratiques avec un régime alimentaire très varié. Ce qui les oblige quoiqu'ils soient sédentaires et territoriaux à souvent se déplacer çà et là, suivant la fluctuation de leur nourriture soit donc des groupes d'oiseaux très indicateurs de la résilience des biotopes. Les passereaux représentent 58,42 % de l'avifaune terrestres du sud du Bénin. En effet, des 190 espèces nettement terrestres identifiées dans cette partie, 111 espèces sont des passereaux (Loubégnon, 2007). Ils constituent donc un des groupes zoologiques clés sur lesquels il est indispensable de se fonder pour analyser la dynamique des paysages terrestres dans le Sud-Bénin (zone sub-équatoriale).

Les relations entre l'avifaune et l'habitat sont très peu abordées dans les études portant sur l'avifaune au Bénin en générale et en particulier dans le Sud du Bénin. De plus dans les trois types caractéristiques de biotopes terrestres du Sud-Bénin que sont les jachères, les plantations et les forêts, aucune connaissance récente n'est faite de l'avifaune alors que le processus d'altération de ces milieux se fait de plus en plus croissant par l'agriculture et l'urbanisation. Toutes les études portant sur l'avifaune terrestre dans cette partie du Bénin (Berlioz, 1956 ; Brunel, 1958, Coubéou, 1995 ; Ançiaux, 1996 et 2000 ; Walther, 1998 ; Akker, 1998 et 2003 ; Loubégnon, 2002) ne sont limitées pour la plupart qu'à des listes d'espèces d'oiseaux qui trop souvent ne rendent pas compte de la réponse des communautés d'oiseaux suite à la déforestation et des changements éventuels survenus au sein de ces communautés d'oiseaux. Face à cette situation, aucun aménagement ou aucune politique de conservation de la biodiversité avienne ne serait possible si l'on ne connaît pas clairement les changements induits par la déforestation récente sur la distribution des espèces d'oiseaux. Pour palier à cet état de chose, les passereaux ont été recensés selon le gradient caractéristique de biotopes végétal en place : jachère-plantation-forêt. Ce qui reflète à la fois les mutations végétatives du paysage et les stades de succession milieux naturels et milieux de substitution. A partir de ce gradient d'investigation, les questions principales abordées sont les suivantes : Sur l'ensemble des stations prospectées, le peuplement avien est-il structuré ? Si oui, peut-on mettre en relation cette structure avec le gradient de végétation ? Est-ce que les forêts naturelles et les milieux de substitution forestiers ont gardé les mêmes communautés d'oiseaux après la déforestation ?

Il s'agit alors de comprendre la distribution des espèces aviennes dans les différents habitats naturels terrestres de cette partie du Bénin afin de mesurer les impacts de la mutation récente du paysage (déforestation) issue de l'agriculture et l'urbanisation. Pour répondre à ces différentes interrogations, la démarche a consisté à :

- 1- Mettre en relation les oiseaux avec leurs habitats afin de comparer l'avifaune de ces milieux forestiers naturels (lambeaux de forêt) et substitution (plantations et jachères) : Nous espérons formuler des recommandations en termes d'aménagement pour la conservation des oiseaux dans cette zone biogéographique.
- 2- Rechercher à travers la distribution des passereaux dans les trois types de milieux (forêt, plantation et jachère) les groupes écologiques ou associations d'oiseaux caractéristiques de chaque type de milieu (espèces indicatrices) ; ce qui est important pour suivre l'évolution de ces habitats en terme de résilience.

MATERIEL ET METHODES

Milieu d'étude

L'aire de l'étude se situe entre la côte atlantique et le septième parallèle de latitude Nord. Elle concerne la partie subéquatoriale du Bénin ou le domaine guinéen (Lebrun, 1947) (figure 1). Elle appartient au couloir de sécheresse appelé « Dahomey-Gap ». La température moyenne annuelle est de 27,5°C. Sur la base de la répartition des précipitations, on distingue deux saisons pluvieuses et

deux saisons sèches intercalées mais la majorité des précipitations est concentrée entre les mois d'avril et de juin. Les précipitations moyennes annuelles varient entre 1.000 à 1.500 mm. L'hygrométrie moyenne est toujours supérieure à 60 % (Akouegninou, 1984). Selon Adjanonhoun *et al.*, in Akouegninou (2004), la couverture forestière de cette zone est constituée de forêts denses semi-décidues correspondant à la forêt pluvieuse de plaine (lowland rain forest) et aux savanes dérivées (derived savannah) reconnues au Nigeria par Keay (1953) et à la zone V : forêt du type sempervirent de Knapp (1973) ou « fire zone subtype of dry semideciduous forest » définie au Togo par Ern (1979). Cependant, cette zone, devenue la plus urbanisée du territoire est caractérisée par une forte densité humaine estimée à plus de la moitié de la population béninoise (environ 4 millions) (500 habitants/km²). Cette pression démographique explique la dégradation ou la disparition des formations forestières naturelles pour laisser place à diverses sortes de cultures, des plantations etc. Le paysage offre de maigres bouquets de forêts denses humides semi-décidues dites forêts sacrées qui sont des reliques de l'ancienne formation forestière. A cela s'ajoutent: les galeries forestières des réseaux hydrographiques, les forêts marécageuses, les forêts reliées aux argiles noires de la dépression de la Lama (boue en portugais).

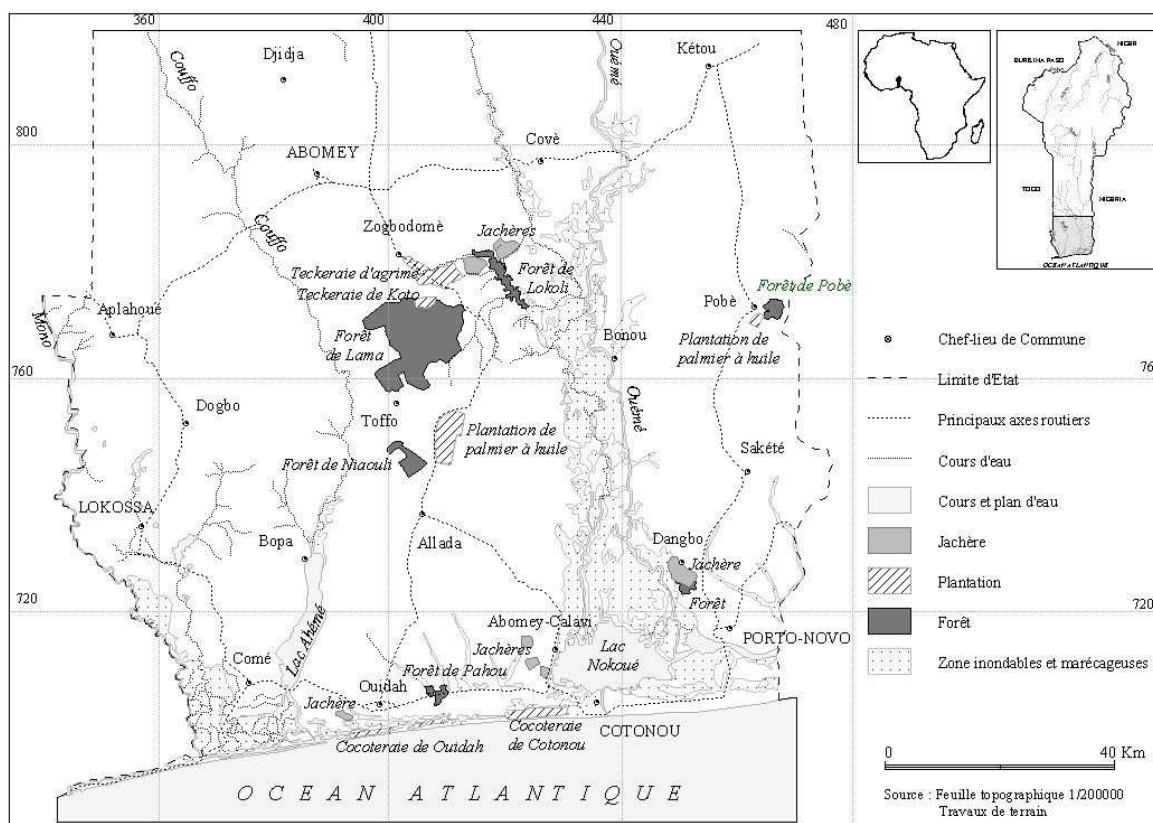


Figure 1. Situation du Bénin en Afrique de l'Ouest, de la région d'étude et des sites d'étude au Bénin

Matériels d'étude

Le matériel de terrain est constitué d'une paire de jumelles, d'un télescope, des guides d'identification (Serle & Morel (1993), Clive et Tony. (1997), Borrow et Demey (2001), de la série des disques des chants des oiseaux africains (Chappuis, 2000), d'un appareil photographique et d'un GPS (Global Positioning System).

Méthode de collecte des données

Choix des sites et stations d'étude

L'étude s'est déroulée en divers sites à la fois dans les jachères, les plantations et les lambeaux de forêt dominants. Au total 45 stations d'écoute ont été régulièrement prospectées entre 2003 et 2007 dont :

- 13 stations d'écoute sont définies dans les 4 sites de jachères de Yovovodji (O3, O4) d'Abomey-Calavi (A1, A2, A3, A4, et A5), de Dangbo (D1, D2, D3 et D4) et de Lokoli (I1 et I2). Ces jachères sont de différentes physionomies (jachères naturelles, vieilles jachères, jeunes jachères, jachères sous plantation d'*Elaeis guineensis* (Palmier à huile), d'agrumes et d'*Eucalyptus sp.*);
- 12 stations d'écoute sont choisies respectivement dans les 2 sites de plantations de *Cocos nucifera* de Cotonou (C1 et C2) et de Ouidah (O1 et O2), dans les 2 sites de plantation d'*Elaeis guineensis* de Ouégbo (E1, E2) et de Pobè (P1, P2) et dans les 2 sites de plantations de *Tectonia grandis* d'Agrimey (T1, T2) et de la Lama (T3, T4).
- 20 stations sont définies dans les 6 sites de lambeaux de forêt : forêt protégée de Niaouli (N1, N2, N3 et N4), forêt protégée de Pobè (P3, P4, P5 et P6), forêt classée de la Lama (L1, L2, L3 et L4), forêt marécageuse de Lokoli (I3, I4, I5 et I6), forêt de Pahou (p1, p2 et p3) et l'îlot de forêt de Dangbo (D5).

Technique d'échantillonnage de l'avifaune

La méthode de relevé de données d'avifaune appliquée est celle de l'échantillonnage stratifié de type ponctuel simple (EPS) précédée d'une mémorisation des chants des oiseaux. L'échantillonnage de type ponctuel simple est axé sur des points d'écoute de 20 minutes dans un rayon large (Cordonnier, 1976, Spitz, 1982 ; Prodon, 1988). Cette technique a l'avantage d'être à la confluence de deux autres méthodes classiques : celle des Indices Ponctuels d'Abondance (Blondel *et al.*, 1970) et celle des Echantillonnages Fréquentiels Progressifs (E.F.P) (Blondel, 1975). Cette méthode n'étant pas basée sur un prélèvement, mais sur la notation de contacts *in natura*, donne d'excellents résultats dans l'étude de la structure du peuplement avien de différentes séries de végétation (Blondel *et al.*, 1970). En effet elle permet de mieux évaluer une étude de biodiversité ou de communauté d'oiseaux (Blondel *et al.*, 1970 ; Blondel, 1975 ; Tatibouet *et al.*, 1980 ; Spitz, 1982 ; Prodon, 1988 ; Bournaud *et al.*, 1990, Bibby *et al.*, 1992 ; Burel *et al.*, 1998 ; Boulinier *et al.*, 1998 ; Julliard et Clavel, 2003 ; Barnouin *et al.*, 2004).

Mode opératoire de recensement des oiseaux

A l'intérieur des 45 points d'écoute fixes (rayon de 150 m), les oiseaux sont inventoriés pendant 20 minutes. L'observation ou la détection des oiseaux se fait par le chant, le cri ou à vue. Avant d'opérer, l'observateur reste immobile pendant 5 minutes au centre de ce cercle afin d'atténuer l'effet de sa présence sur les oiseaux. Tous les oiseaux vus posés (à terre ou dans les arbres) sont comptés, de même que les hirondelles, les martinets et les Accipitridae ou Falconidae (espèces qui chassent au vol) sont retenues. Les chants et les cris qui se retrouvent loin du cercle d'écoute ne sont pas pris en compte. Les relevés mentionnent à la fois les espèces (inventaire systématique) et leur fréquence. La distance entre deux points d'écoute varie entre 1,5 km à 2 km afin d'éviter les doubles comptages et à au moins 50 mètres des lisières (Delahaye, 2006). La fréquence de passage dans une même station est calquée aux rythmes saisonniers. L'essentiel des séances de prospection est effectuée pendant le jour. Les observations débutent à 6 heures et prennent fin le matin à 13 heures. Le soir, elles reprennent à 15 heures pour finir à 18 heures 30 ou 19 heures selon la saison. Pour toute la période d'étude, 182 relevés ont été enregistrés au sein de chacune des stations de jachères, 650 relevés dans les stations de plantations et 1244 relevés dans les stations forestières.

Méthode d'analyse des données collectées

Estimation de l'effort de prospection et analyse de la composition

Au fur et à mesure des recensements, une courbe de l'effort de prospection a été construite pour chaque type de milieu. La richesse spécifique cumulée a été tracée par rapport au nombre des relevés de manière à savoir si l'effort était suffisant. La communauté des passereaux est ensuite décrite sommairement par familles et par espèces. La nomenclature utilisée est celle de Borrow & Demey (2001) (tableau 1, annexe).

Distribution et recherche de groupes écologiques : Analyse des Correspondances Multiples (ACM) et Classification Hiérarchique Ascendante (CAH) de la matrice de relevé de 45 stations d'écoute x 111 espèces d'oiseaux

L'ACM est une méthode qui permet l'ordination de l'avifaune à partir de leurs stations et réciproquement (Muller, in Prodon 1988, Prodon et Lebreton, 1994). 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 (Chessel et Debouzie, 1983).

Etant 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 qu'elles contiennent en note de présence-absence (tableau 1, annexe) et de le soumettre en ACM. Toute espèce d'oiseau contactée est notée 1 dans les différentes stations et dans le cas contraire, elle est notée 0.

Pour mieux objectiver la représentation des espèces et des stations telle que cela apparaît dans le plan euclidien, les 6 premières coordonnées des axes des espèces et des stations dans le plan euclidien issue de l'ACM sont retenues pour une Classification Ascendante Hiérarchique de Ward. En effet, cette classification permet de regrouper les espèces qui tendent à se retrouver ensemble dans les mêmes relevés, donc ayant des traits écologiques voisins. En clair, l'objectif d'un tel dépouillement est de dégager les « groupes écologiques » d'oiseaux de telle ou telle de station forestière (ou de milieu de substitution).

Types de logiciels utilisés pour analyser les données

Les différents relevés sont encodées à l'aide du tableur Excel, 2000 pour être facilement exportées vers le logiciel XLSTAT-Pro 7.5 pour les différents tests. **Analyse effectuée sur les résultats**

Pour une meilleure lisibilité des graphiques d'ACM, les variables à très faibles ou à très fortes modalités sont éliminées de l'opération (ou sont regroupées avec d'autres modalités) grâce à un tri à plat des occurrences des oiseaux dans les stations. Ceci ne modifie pas sensiblement les résultats de l'analyse du fait de leurs pondérations. Ainsi, les espèces qui apparaissent dans 1, 2, 3, 43, 44 et 45 stations sont triées et éliminées pour restreindre et alléger la matrice d'analyse. Ce sont :

- Espèces apparaissant dans 02 stations : *Smithomis capensis* (Smc), *Pyrrhurus scandens* (Pys), *Andropadus latirostris* (Ana), *Apalis rufogularis* (Apr), *Muscicapa caerulescens* (Muc), *Nigrita bicolor* (Nib) ;
- Espèces apparaissant dans 03 stations : *Melaenormis edolioides* (Mee), *Ficedula hypoleuca* (Fih), *Tchagra australis* (Tca), *Ploceus aurantius* (Pla) ;
- Espèce apparaissant dans 44 stations : *Hirundo semirufa* (Hie) ;
- Espèce apparaissant dans 45 stations : *Turdoides plebejus* (Tul).

RESULTATS

Analyse de l'effort de prospection

Les différentes courbes montrent clairement que l'effort d'échantillonnage varie d'un milieu à un autre pour détecter l'ensemble de la richesse spécifique totale des passereaux (figure 2). La saturation des stations est assez vite atteinte dans les jachères : entre 11 et 15 visites. Dans ces milieux, les oiseaux sont donc relativement faciles à détecter. Dans les plantations, la courbe a évolué en deux temps avant d'atteindre la saturation. Enfin, en milieu forestier, la variation est très régulière, linéaire jusqu'à 31 relevés. Toutefois, la saturation est atteinte après 50 relevés.

Aperçu de la composition et de la richesse spécifique des passereaux des mosaïques de milieux du sud du Bénin

Au total, 111 espèces d'oiseaux appartenant à 32 familles de passereaux sont observées dans l'ensemble des milieux (tableau 1 en annexe). Les familles les plus représentées du point de vue spécifique sont les Pycnonotidae et les Ploceidae (15 espèces) suivies des Sylviidae (12 espèces) puis viennent par ordre décroissant les Estrildidae (9 espèces), et les Nectariniidae (8 espèces), les Turdidae, les Muscicapidae et les Sturnidae (6 espèces). Les familles ayant 5 espèces en leur sein sont les Hirundinidae. Celles ayant 4 espèces sont constituées des Motacillidae. Les familles les moins représentées sont respectivement :

- Timaliidae et Passeridae (3 espèces),
- Monarchidae, Platysteiridae, Malaconotidae, prionopidae, Oriolidae, Dicruridae, Corvidae et Viduidae (2 espèces)
- Eurylaimidae, Campephagidae et Laniidae (1 espèce).

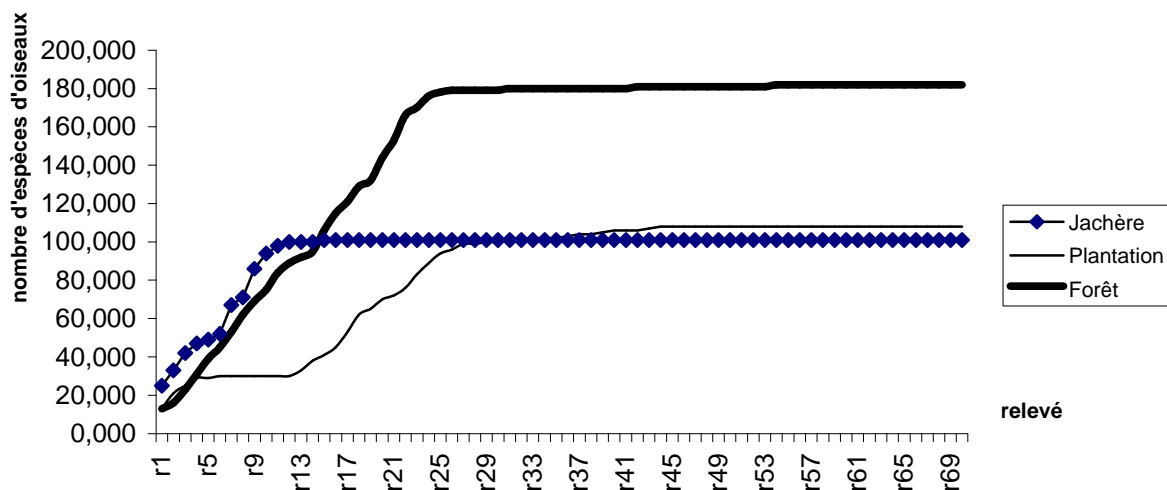


Figure 2 : Courbes d'accumulation de la richesse d'oiseaux dans les jachères, plantations et forêts de 2003 à 2007

Analyse de la distribution des oiseaux et des stations dans le plan euclidien

Carte factorielles des 111 espèces x 45 stations de relevés

Interprétation des axes factoriels

Les valeurs propres extraites par les trois premiers axes factoriels sont respectivement de 40,8, 8,5 et 7 % correspondant ainsi à une inertie totale de 56,3 %. Ce qui est suffisant pour tirer des conclusions majeures. Dans la suite, l'interprétation des données va se limiter à ces trois axes. Afin de rendre lisibles les résultats sur les graphiques, nous avons chaque fois agrandi la partie centrale du plan des axes de F1-F2 et de F1-F3.

Caractérisation des groupes écologiques des espèces d'oiseaux

En raison du nombre très élevé des espèces d'oiseaux traitées, nous avons utilisé en plus des codes, les numéros des espèces (tableau 1, annexe) ; donc ces numéros et codes traduisent les noms exacts des espèces de ce tableau.

- **Plan F1/F2 des espèces (Figure 3)**

La projection des espèces dans le plan F1-F2 présente une disposition en arche du nuage des points de présence. Ceci résulte de la nette prépondérance de l'axe F1 (effet Guttman) (Libois *et al.*, 1983 ; Prodon, 1988). En effet, l'inertie de F1 est de 40,75 % contre 8,45 % pour F2, la contribution de F2 est alors très faible pour influencer la partition de la carte. Nous aurions donc un gradient allant des communautés relativement simples jusqu'à des assemblages « hyperforestiers ».

Visiblement, l'axe F1 est un axe de présence des passereaux des milieux forestiers car nous notons un tassement important de points de présence des espèces de passereaux forestiers à droite de l'origine de cet axe, lequel tassement s'oppose nettement à un groupe d'oiseau typique des jachères ou milieux ouverts ou fortement anthropisés à gauche de l'origine de F1 que sont : Coa (75), (Pta (76), Pad (83), Lae (105), Urb (107), Vic (110) et Vim (111).

Les variables qui ont une forte contribution à l'édification de l'axe F1 sont constituées du groupe de passereaux forestiers suivants : Moa (9), Caq (11), Anu (14), Ang (15), Bls (20), Blc (21), Crc (24), Pha (25), (Trb (26), Sty (27), Con (28), Nep (29), Ald (30), Api (37), Cac (40), Hyp (44), Frc (46), Tev

(51), Ter (52), Dyc (53), Bap (54), Ilp (55), Ilf (56), Prc (70), Orb (71), Ora (72), (Di (73), Onf (77), Lau (81), (Cil (82), (Pln (87), Plt (92), Man (94), Pyo (103) et Sph (104). Ce groupe est surtout localisé aux extrémités positives de F1-F2.

Un deuxième groupe d'oiseaux montrant également la même tendance forestière mais un peu moins accusée est constitué par : His (3), Mac (8), Anv (13), Chs (16), Thl (18), Nic (23), Syv (42), Mus (47), Anc (59), Cyo (60), Dia (74), Lap (78), Lac (79), Las (80), Plm (91) et Nia (101). C'est une association de passereaux de savane inféodés aux lisières forestières, de passereaux de forêt anthropisée, ou ubiquistes entre milieux forestiers et plantations.

En outre, le deuxième axe (F2) ne discrimine pas les espèces aviennes de façon aussi tranchée que F1. Ceci en raison de la structure unidirectionnelle imposée par F1. Nous y notons tout de même une opposition entre passereaux de plantation et de jachères anciennes ou sous plantations (extrémité droite de F2) avec une association du groupe d'oiseaux de forêts intermédiaires (Hin (5) et Tup (32) et le groupe d'espèces aviennes de milieux ouverts (jachères buissonnantes ou jeune), nettement ubiquistes aux trois biotopes ; leur seule exigence est toutefois de pouvoir disposer d'un couvert ligneux (arbustes ou buissons) significatif : Plu (90), Pli (89), Que (97), Pyb (12), Tcs (68), Cor (66), Pta (76) (extrémités négatives des 2 axes).

Ce sont surtout les passereaux des plantations et des jachères qui ont vraiment contribué à l'édification de F2 : Hir (2), Hia (6), Anl (7), Mof (10), Chf (17), Sar (31), Cin (34), Cib (35), Prs (36), Cab (39), Pht (41), Syb (43), Myp (49), Anb (58), Che (61), Cic (62), Cio (63), Civ (64), Ciu (65), Prp (69), (Pag (84), Pls (86), Ped (85), Coa (75), Plp (93), Euh (98), Euf (99), Eum (100), Lae (105), Esm (106), Urb (107), Loc (108), Lob (109) et Vic (110).

• Plan F1/F3 (figure 4)

F3 sépare les oiseaux des stations de Lokoli de ceux des autres îlots. C'est alors un axe de discrimination écologique des oiseaux forestiers (ou des types milieux). Très peu d'espèces sont fortement corrélées avec l'axe F3, on ne retrouve que l'association de passereaux caractéristiques de la forêt marécageuse de Lokoli qui marquent fortement leur présence sur cet axe : Ald (30) et Api (37). Ce groupe est localisé à l'extrémité droite de F1-F3.

En somme, on remarque que l'ordination des espèces sur les 3 premiers axes (F1, F2, F3) correspond bien au gradient de milieux prospectés (jachère, plantation, forêt) avec opposition entre passereaux de forêt et ceux des milieux de substitution. De plus, 6 groupes de passereaux sont bien individualisés à travers les plans. Ensuite on y note aussi une discrimination entre les oiseaux des milieux de substitution boisés (plantation et jachère ancienne ou sous plantation) et ceux des milieux de substitution non boisés (jachères buissonnante ou jeune). A cela, s'ajoute la séparation des passereaux typiques de forêts de ceux des forêts dégradées ou intermédiaires. De même on note une séparation entre passereaux de forêts humides de ceux des forêts sèches. Il importe de remarquer aussi l'inexistence de différence de composition avienne entre jachère et plantation.

L'opposition entre passereaux forestiers et passereaux de milieux de substitution amène à se rendre compte que l'avifaune des stations de jachères et des plantations n'est pas très semblable à celle forestière. Donc la déprise forestière a eu d'impact sur la composition de l'avifaune.

Enfin, vue la disposition de ces groupes d'oiseaux dans les plans euclidiens, on remarque aisément l'existence de trois communautés de passereaux dans ces milieux : les oiseaux forestiers (à droite de F1), les oiseaux des milieux de substitution (jachère et plantation) (à gauche de F1 et plus corrélés avec F2) et, l'avifaune intermédiaire et ubiquiste rejetée pour la plupart aux extrémités négatives mais proche du centre des axes F1-F2.

Interprétation des groupes écologiques des espèces issus de la CAH (figure 5)

En « coupant » le dendrogramme des espèces d'oiseaux (figure 5) à hauteur de D = 38, on obtient à l'image du plan euclidien, 6 grands groupes de passereaux (G1, G2, G3, G4, G5 et G6). Ce sont :

- G1 est formé par des espèces d'oiseaux indicatrices de la forêt marécageuse de Lokoli : *Alethe diademata* (Ald), *Apalis nigriceps* (Api) ;
- G2 est une association de passereaux typiques des forêts de la Lama et de Niaouli : Caq (11), Ang (15), Chf (17), Bls (20), Crc (24), (Trb (26), Sty (27), Frc (46), Ilp (55), Ilf (56), Dil (73), Lau (81) ;
- G3 est constitué des oiseaux comme : Anl (7), Moa (9), Sar (31), Prs (36), Myp (49), Cic (62), Ora (72), Lac (79), Pln (87). On retrouve là le groupe de passereaux ubiquistes à tous les

milieux : espèce de savane inféodés aux lisières forestières, aux forêts anthropisée, aux plantations et jachères boisées ;

- G4 est une association des 2 passereaux indicateurs de la forêt de Pobè : Nep (29) et Bap (54) et des espèces d'oiseaux généralement rencontrées dans tous les massifs forestiers. Ce sont : Anv (13), Pyo (103), Anu (14), Chs (16), Thl (18), Blc (21), Nic (23), Pha (25), Con (28), Cac (40), Syv (42), Hyp (44), Mus (47), Tev (51), Ter (52), Dyc (53), Prc (70), Orb (71), Onf (77), Lap (78), Las (80), Plt (92), Cil (82), Man (94), Sph (104) ;
- G5 un groupe d'espèces aviennes typiques des plantations de *Cocos nucifera* : Mac (8), Anb (58), Pta (76), Pad (83) ;
- G6 est un groupe complexe fait d'association :
 - ✓ des oiseaux inféodés plantations de *Tectonia grandis*, aux jachères anciennes et aux jachères sous plantation : Hir (2), Hia (6), Mof (10), Cin (34), Cib (35), Cab (39), Pht (41), Syb (43), Che (61), Cio (63), Civ (64), Ciu (65), Prp (69), Coa (75), Pag (84), Pls (86), Plp (93), Euh (98), Euf (99), Eum (100), Lae (105), Esm (106), Urb (107), Vic (110) et Vim (111) ;
 - ✓ des espèces de forêts dégradées, de lisière forestière, de plantations d'*Elaeis guineensis* et de jachères buissonnantes: Plm (91), Que (97), Mas (95), Hyp (44), Cor (66), Tcs (68), Ped (85), Pli (89), Plu (90), Pyb (12), Lob (109), Loc (108), His (3), Anc (59), Nia (101), Dia (74), Cyo (60), Hin (5) et Tup (32).

A ces 6 groupes du plan s'ajoutent les groupes omis lors de l'analyse à savoir :

- espèces apparaissant dans 02 stations : *Smithomis capensis* (Smc), *Pyrrhurus scandens* (Pys), *Andropadus latirostris* (Ana), *Apalis rufogularis* (Apr), *Muscicapa caerulescens* (Muc), *Nigrita bicolor* (Nib) ;
- espèces apparaissant dans 03 stations : *Melaenormis edolioides* (Mee), *Ficedula hypoleuca* (Fih), *Tchagra australis* (Tca), *Ploceus aurantius* (Pla) ;
- espèce apparaissant dans 44 stations : *Hirundo semirufa* (Hie) ;
- espèce apparaissant dans 45 stations : *Turdoides plebejus* (Tul).

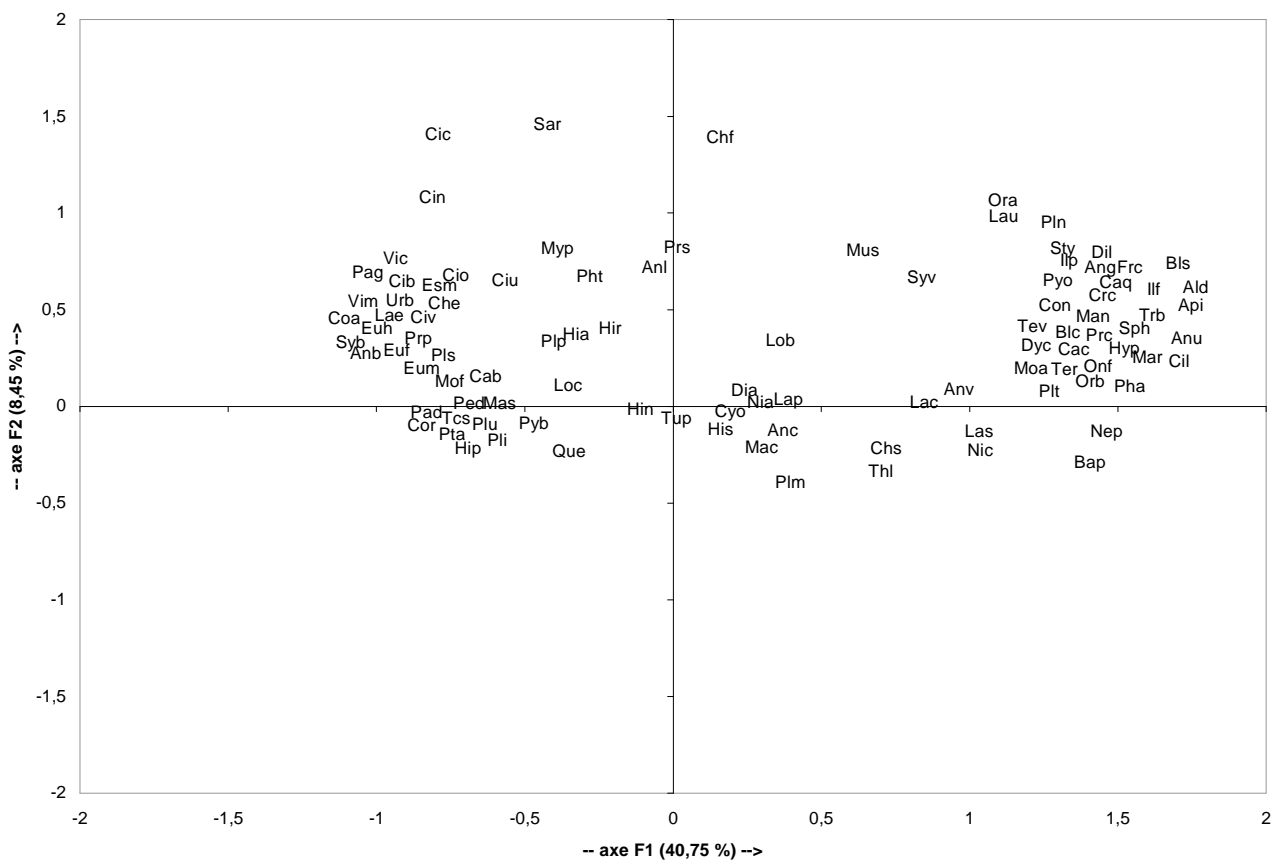


Figure 3 : Distribution des oiseaux dans le plan factoriel (axes F1 et F2 : 49,21 %)

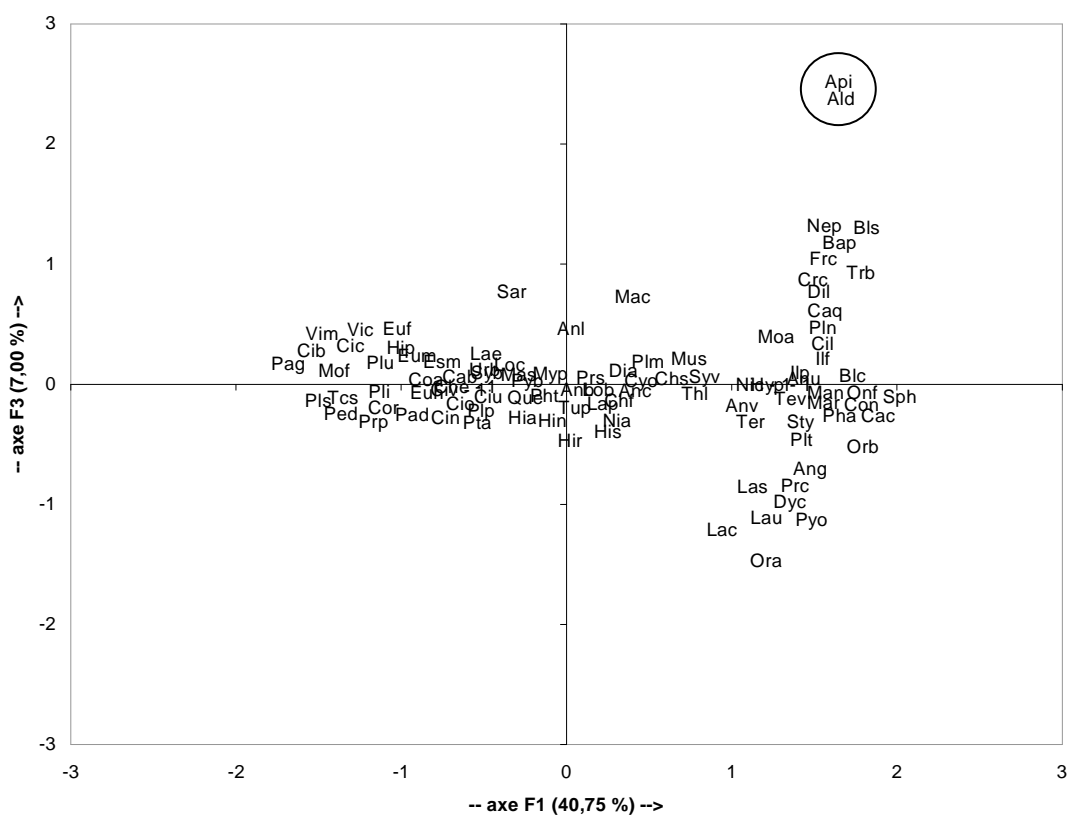


Figure 4 : Distribution des oiseaux dans le plan euclidien (axes F1 et F3 : 47,75 %)

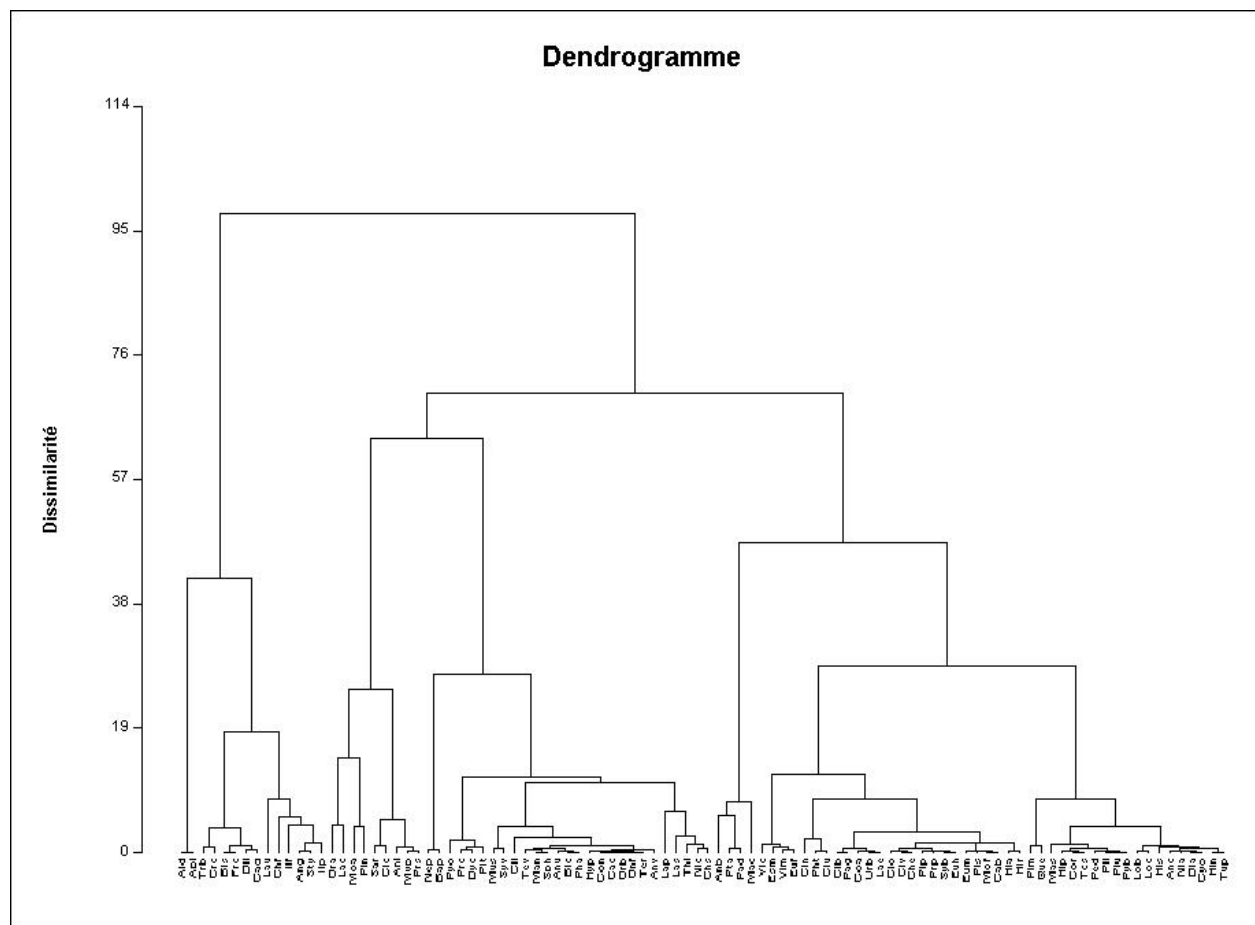


Figure 5. Dendrogramme de dissimilarité de Ward des oiseaux

Caractérisation des groupes écologiques des stations dans le plan euclidien

• Plan F1/F2 des stations (Figure 6)

La disposition des stations dans le plan F1-F2 correspond parfaitement à celle des oiseaux observée plus haut. A cet effet, on y note toujours le schéma parabolique des stations centré sur F2. Alors l'axe F1 oppose les stations de forêts aux stations des plantations et des jachères. En effet hormis la station forestière de Dangbo (D5) et la première station de Pahou (p1), toutes les stations forestières sont positionnées à l'extrémité droite de l'origine de F1 alors que les stations des plantations et des jachères sont situées à l'extrémité gauche de l'origine de F1. Cet axe marque donc la présence des stations forestières, en témoigne l'importante présence des stations de ce type à l'extrémité positive.

Dans le plan F1-F2, 5 groupes de stations comme pour les oiseaux sont identifiés :

- le groupe 1 situé à l'extrémité positive des axes est formé par les stations des lambeaux de la Lama, Lokoli et Niaouli (L1, L2, L3, L4, I3, I4, I5, I6, N1, N2, N3, N4). On y observe également la position très dégagée et proche de F2 de la station (L1) (forêt dense sèche et proche de lisière) de la Lama ;
- le groupe 2 est constitué par la forêt de Pobè et des 2 stations de l'intérieur de Pahou (P3, P4, P4, P6, p2, p3) (F1 positif et F2 négatif).
- le groupe 3 est celui des stations p1 (Pahou) et D5 (Dangbo) pourtant stations forestières localisées au centre des 2 axes. Ce sont alors des milieux intermédiaires entre forêt, plantation et jachère et donc ce sont les stations d'avifaune ubiquiste;
- le groupe 5 situé à l'extrémité négative de F1-F2 est formé par les jachères buissonnantes (A3, A4, D3, D4, O3, O4, A1) ;
- le groupe 5 est une association de l'ensemble des plantations, jachères boisées (anciennes et sous-plantations) (T1, T2, T3, T4, C1, C2, O1, O2, P1, P2, E1, E2, I1, I2, D1, D2). Il est localisé dans son ensemble à l'extrémité négative de F1 et positive de F2.

- **Plan F1/F3 des stations (Figure 7)**

Nous observons comme pour les oiseaux une nette dissociation des stations de la forêt marécageuse de Lokoli (extrémité positive F1-F3) qui s'oppose aux autres lambeaux forestiers. Ensuite, aux extrémités négatives de F1-F3, s'observe une dissociation des stations de *Cocos nucifera* des autres plantations matérialisant que c'est un groupe différent des autres milieux de substitution.

En somme, nous y notons identique aux oiseaux 6 groupes de stations. De même on note une séparation des stations de forêt à tendance savaniques (Lokoli, Lama et niaouli) de celles plus côtière ou guinéenne (Pahou, Pobè) d'une part, et des stations de substitution boisées de celles non boisées d'autre part. Enfin, s'il existe une démarcation des plantations de cocotier, ce n'est pas le cas pour les plantations de palmiers à huile et de Teck qui se comportent ici comme des jachères boisées ou anciennes.

Interprétation des groupes écologiques des stations issus de la CAH

En considérant le dendrogramme des stations (figure 8) à hauteur de $D = 2$, on obtient les 6 grands groupes de stations énoncés plus haut, bien emboîtés les uns dans les autres. Ainsi, les stations de la forêt marécageuse de Lokoli (I3, I4, I5, I6) forment le premier groupe. Le deuxième groupe est formé par les stations de *Cocos nucifera* (C1, C2, O1, O3). Le troisième groupe est constitué par les stations de la forêt de Niaouli et des 3 stations de l'intérieur de la forêt de la Lama (N1, N2, N3, N4, L2, L3, L4). Ce qui confirme la position décalée de (L1) Le groupe 4 est celui des stations de la forêt de Pobè qui contrairement et le groupe 5 est une association des plantations de *Tectonia grandis*, de jachères sous plantations ou boisées et de vieilles jachères (T1, T2, T3, T4, D1, D2, A1, A2, A3, I1, I2). Enfin le groupe 6 est constitué par la station de forêt dense sèche de la Lama, des forêts de Pahou, de Dangbo, des plantations d'*Elaeis guineensis* et des jachères non boisées (L1, P1, P2, E1, E2, p1, p2, p3, D5, D3, D4, A4, A5, O3, O4).

Au total, en superposant les plans euclidiens de l'ensemble des stations prospectées et celui des passereaux recensés, il est évident que le peuplement avien est bien structuré et on peut mettre en relation cette structure avec le gradient de végétation comme l'indique la figure 9 de distribution des oiseaux auteurs des stations dans le plan F1-F2.

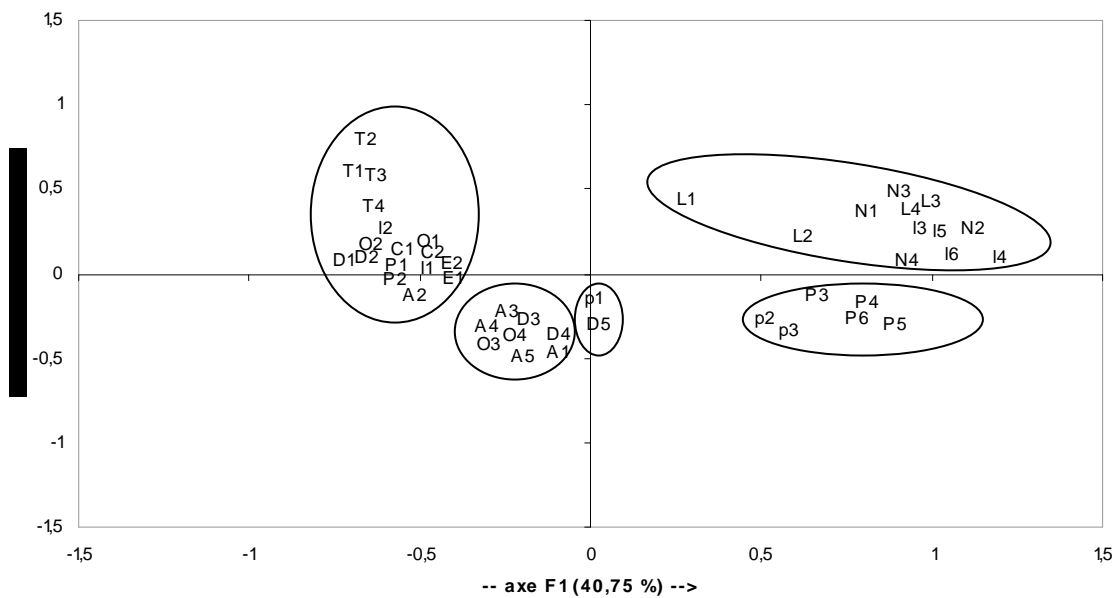


Figure 6 : Distribution des stations dans le plan factoriel (axes F1 et F2 : 49,21 %)

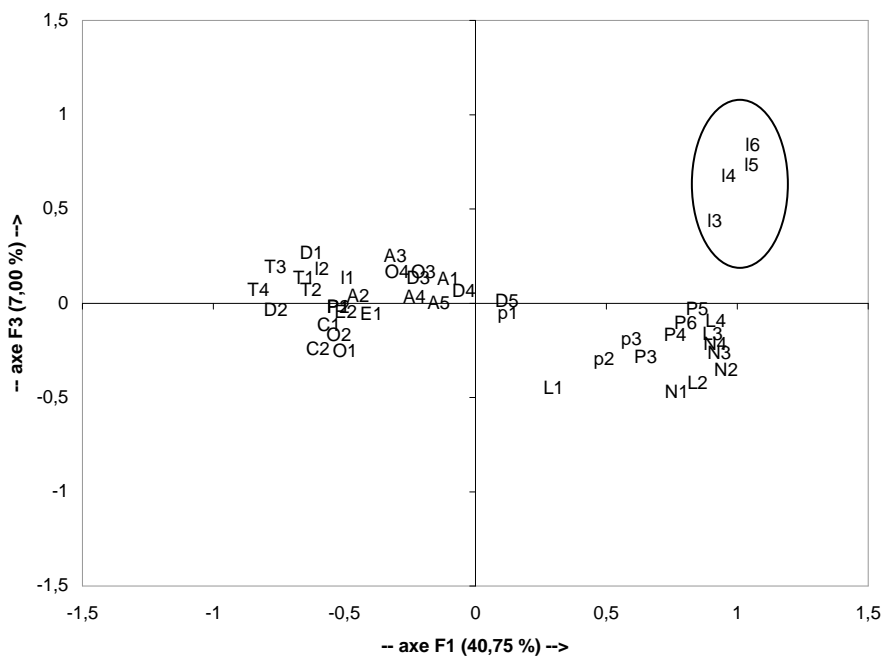


Figure 7 : Distribution des stations dans le plan factoriel (axes F1 et F3 : 47,75 %)

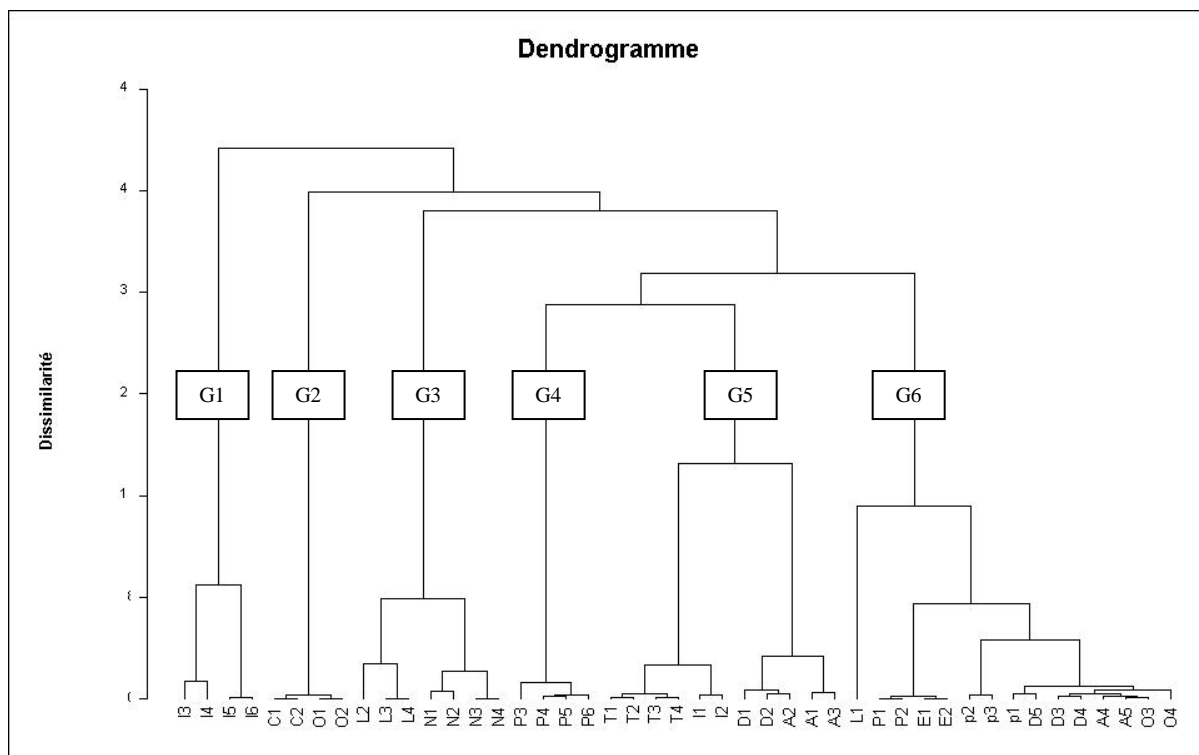


Figure 8. Dendrogramme de dissimilarité de Ward des stations

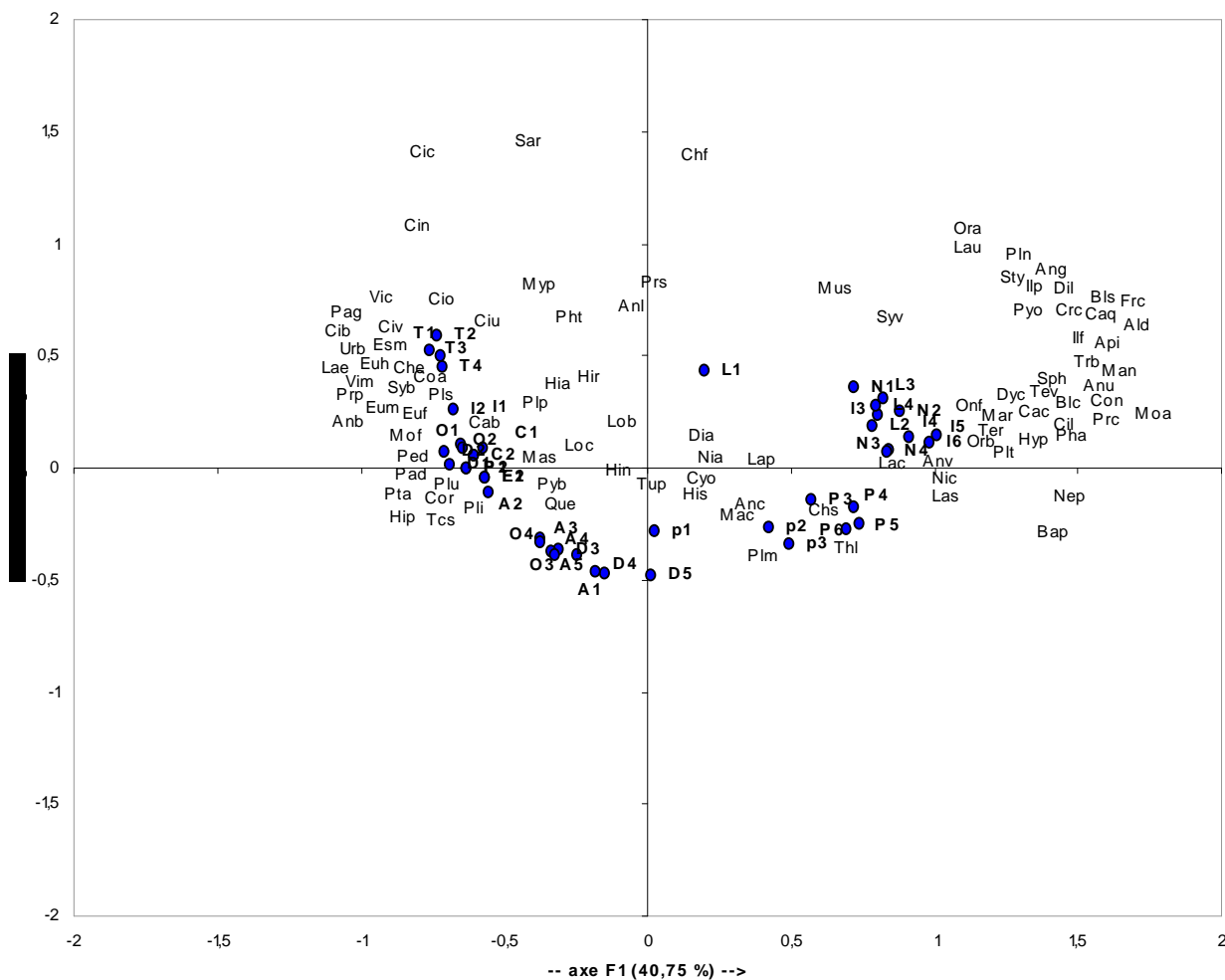


Figure 9 : Distribution des oiseaux autour des stations dans le plan euclidien (axes F1 et F2 : 49,21 %)

DISCUSSION

Déteçtabilité des oiseaux et saturation des milieux

L'atteinte rapide du seuil de saturation des stations de jachère est certainement dû au fait que la plupart des oiseaux sont résidents et qu'il n'y pas assez de variations saisonnières dans la composition de l'avifaune. De plus, cela serait aussi lié à l'absence de grands couverts de végétation qui facilite la déteçtabilité. Par contre des variations remarquées dans les plantations sont dues à la variabilité de saturation dans les divers types de plantations. En effet, nous y notont qu'exceptés la station de palmier à huile Ouègbo1 (E1) et celles des cocotiers (C1, C2, O1 et O2), où le niveau de saturation a été atteint très tard (entre 30 et 45 visites) lors des prospections, pour toutes les autres stations de plantation, la saturation est autour de la vingtaine d'investigation. Enfin, la tardive saturation des stations forestières est due surtout à la difficulté de déteçtabilité des passereaux forestiers qui quoique résidentes ne sont pas facile d'accès et ne chantent pas trop.

Distribution des stations et des oiseaux dans le plan euclidien

La démarcation de la station L1 (forêt dense sèche) et proche de la lisière forestière des autres stations de forêt dense semi-décidue du même biotope se justifie par la différence de type d'oiseaux fréquentant ces stations. En effet, L1 est beaucoup plus fréquentée par les oiseaux de savanes, les oiseaux ubiquistes entre plantations et forêts. De même la différenciation de la forêt marécageuse de Lokoli des autres îlots se comprend aisément par nature du biotope qui non seulement limite la présence de certains passereaux terrestres mais aussi favorise l'installation d'autres passereaux à

écologie liée à ce type de milieu. En outre, la particularité affichée par les plantations de *Cocos nucifera* tient sa justification du fait que ces plantations constituent des biotopes particuliers aujourd'hui dans cette partie du Bénin parce que très proches de la côte et de la mangrove mais aussi contiguë à des jachères anciennes, d'où le mélange d'avifaune de ses trois types de milieux (écotones). Enfin, l'absence d'individualité des plantations de *Tectonia grandis* et d'*Elaeis guineensis* serait liée au fait qu'elles sont très monospécifiques et donc n'offrent pas des conditions d'installation de groupes d'avifaunes spécifiques à ces types de milieux.

CONCLUSION

L'analyse de la distribution des passereaux dans les mosaïques de milieux naturels forestiers et de substitution forestière montre que l'ordination des espèces d'oiseaux sur les 3 premiers axes (F1, F2, F3) correspond bien au gradient de milieux prospectés (jachère, plantation, forêt) avec opposition entre oiseaux de forêt et ceux des milieux de substitution. Donc une différence de composition avienne entre les forêts et les milieux de substitution forestiers (jachères et plantations) traduisant ainsi que la déprise forestière a eu d'impact sur la composition de l'avifaune des milieux en régénération. En outre cela a permis de discriminer des groupes écologiques d'oiseaux indicateurs des différents biotopes en présence. Ainsi on distingue les espèces aviennes ubiquistes des milieux boisés, celles nettement ubiquistes ou « passe-partout » dans tous les milieux, les oiseaux des milieux de substitution boisés (plantation et jachère ancienne ou sous-plantation) et ceux des milieux de substitution non boisés (jachères buissonnante ou jeune), les oiseaux typiques de forêts humides et ceux forestiers en général. Toutefois, nous y remarquons tout de même l'inexistence de différence de composition avienne entre jachère et plantation. De même il n'existe pas de groupe de passereaux discriminant les plantations d'*Elaeis guineensis* et de *Tectonia grandis* qui se comportent comme des jachères évoluées alors que les plantations de *Cocos nucifera* sont bien individualisées.

Au total, sur l'ensemble des stations prospectées, le peuplement avien est bien structuré et on peut mettre en relation cette structure avec le gradient de végétation. Ces différents résultats démontrent l'urgente obligation de développer des politiques de conservation des lambeaux de forêts mais aussi d'encourager les paysans à opter pour des actions de maintien des vieilles jachères et des plantations mixtes si l'on veut tendre vers une réelle conservation de l'avifaune de cette partie du Bénin qui reste de même la seule région typiquement forestière. Il serait aussi opportun de restaurer ou de développer une politique de rénovation des plantations côtières de *Cocos nucifera* qui malheureusement sont quasiment entrain d'être détruites au profit des habitations aujourd'hui.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Akker, M., van den, 1998 : Check-lists préliminaires des oiseaux des forêts de la Lama et Niaouli. Rapport de recherche projet AGRED. Cotonou, Bénin. 10 p.
- Akker, M., van den, 2003: Birds of Niaouli forest, southern Benin. *Bulletin of the African Bird Club* vol.10, n°1-17.
- Akouegninou, A., 1984 : Contribution à l'étude botanique des îlots de forêts denses humides semi-décidues en République Populaire du Bénin. Thèse Doctorat 3^{ème} cycle écologie tropicale. Univ. Bordeaux III. 250 p.
- Akouegninou, A., 2004 : Recherches botaniques et écologiques sur les forêts actuelles du Bénin. Thès. Doc. d'Etat en Botanique. UFR Biosciences Côte d'Ivoire. 326 p.
- Anciaux, M.R., 1996 : Aperçu de l'avifaune dans différents milieux de l'intérieur des terres du Sud-Bénin. Plateau d'Allada et sud de la dépression de la Lama. *Cahiers Éthologie*, 16 : 79-98.
- Anciaux, M.R., 2000 : Approche de la phénologie de la migration des migrateurs intra-africains de l'intérieur des terres du sud-Bénin. Plateau d'Allada et sud de la dépression de la Lama. 1. Les non-Coraciiformes et les non-Passeriformes. *Alauda*, 68 : 311 –320.
- Anderson, H.S., Robbins, C.S., 1981: Habitat size and bird community management. *Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference*, 46, 511-520.
- Andrén, H., 1994: Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: A review. *Oikos* 71 : 355 – 366.
- Bellamy, P.E., Rothery, P., Hinsley, S.A., Newton, I., 2000: Variation in the relationship between numbers of breeding pairs and woodland area for passerines in a fragmented habitat. *Ecography*, 23, 130-138.
- Bennun, L., Fanshawe, J., 1998: Using forest birds to evaluate forest management: an East African perspective. In: *African Rainforests and the Conservation of Biodiversity*, pp. 10–22 (Ed. By S. Doolan). Earthwatch Europe, Oxford, UK.
- Berlioz, J., 1956 : Étude d'une collection d'oiseaux du Dahomey. *Bull. Mus. natl. Hist. nat.*, 23 : 261-264.
- Bersier, L.F., Meyer, D. R., 1994: Bird assemblages in mosaic forests - the relative importance of vegetation structure and floristic composition along the successional gradient. *Acta Oeco. / Oeco. Gen.*, 15(5), 561-576.

- Bersier, L.F., Meyer, D.R., 1995: Relationships between bird assemblages, vegetation structure, and floristic composition of mosaic patches in riparian forests. *Rev. Ecol.*, 50, 15-33.
- Bibby, C., Burgess, N., Hill, D., 1992: Bird census techniques. B.T.O & R.S.P.B. Academic press, London. 278 p.
- Blondel, J., 1975 : L'analyse des peuplements d'oiseaux, éléments d'un diagnostic écologique I. la méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P). *Rev. Ecol, la terre et la vie*, 29 : 533-589.
- Blondel, J., Ferry C., Frochot, B., 1970 : La méthode des indices ponctuels d'abondance (I.P.A) ou des relevés d'avifaune par "stations d'écoute". *Alauda*, 38 : 55-71.
- Blondel, J. Ferry C., Frochot, B., 1973 : Avifaune et végétation: essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 41 : 63-84.
- Boecklen, W.J., 1986: Effect of habitat heterogeneity on the species-area relationships of forest birds. *Journal of Biogeography*, 13, 59-68.
- Borrow, N., Demey, R., 2001: Birds of Western Africa. Christopher Helm London. 832 p.
- Brotans, L., Thuiller, W., Araujo, M.B., Hirze, A.H., 2004: Presence-absence versus presence-only modelling methods for predicting bird habitat suitability. *Ecography* 27: 437 – 448.
- Brunel, J., 1958 : Observations sur les oiseaux du Bas-Dahomey. *Oiseau et R.F.O.*, 28 : 1-38.
- Buckland, S. T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., 1993: Distance Sampling. Estimating abundance of biological populations. Chapman & Hall, London, UK.
- Chappuis, C., 2000: *African bird sounds*. Soc. ornith. France, Paris, 15 CD.
- Chessel, D., Thioulouse, J., 2001 : Analyse de données spatialisées. In *Biométrie et Biologie évolutive. Cours de Biostatistique*, Université Lyon I, pp. 30.
- Cordonnier, P., 1976 : Etude du cycle annuel des avifaunes par la méthodes des « points d'écoutes ». *alauda* 44 (2) : 169-180
- Conner, R.N., Dickson, J.G., 1997: Relationships between bird communities and forest age, structure, species composition and fragmentation in the west gulf coastal plain. *Texas j. sci.* 49(3) supplement: 123-138.
- Coubeou, P., 1995 : Diversité faunistique dans les différents biotopes de la forêt classée de la Lama. Thèse d'ingénieur agronome. FSA/UNB, Bénin. 96 p.
- Delahayé, L., 2006 : Sélection et modélisation de l'habitat d'oiseaux en chênaies et hêtraies ardennaises : étude de l'impact de la composition et de la structure forestière. Thèse de doctorat. Univ. de Gembloux. 401 p.
- Gottschalk, Th. K., Ekschmitt, K. & Bairlein, F., 2007: Relationships between vegetation and bird community composition in grasslands of the Serengeti. *Blackwell Publishing Ltd, Afr. J. Ecol.* 1.
- avibase, 2007 : Check-lists des oiseaux du monde. <http://www.google.fr>
- Krueper, D., Bart J., Rich, T.D., 2003: Response of Vegetation and Breeding Birds to the Removal of Cattle on the San Pedro River, Arizona (U.S.A.). *Conservation Biology* 17 (2) : 607–615
- Libois, R. M., Fons, R., Saint-Girons, M-C., 1983 : Le régime alimentaire de la chouette effraie, *Tyto alba*, dans les Pyrénées orientales. Etude des variations écogéographiques. *Rev. Ecolo. Terre Vie*, 37 : 187-217.
- Loubégnon, O.T., 2002 : Le rôle de l'habitat sur la diversité de la faune avienne dans la zone subéquatoriale du Sud-Bénin. Mémoire de DEA en Gestion de l'Environnement. FLASH UAC Bénin. 105 p.
- Loubégnon, O.T., 2007 : Checklist de l'avifaune des lambeaux forestiers et des milieux de substitution du Sud du Bénin (données non publiées). 7 p.
- MarcArthur, R. H., 1964: Environmental factors affecting birds species diversity. *Am. Nat.* 903 : 387 – 397.
- Martin, J-L., Thibault, J-Cl., 1983 : Les oiseaux de la réserve naturelle de Scandola (Corse) : inventaire et structure des peuplements. *Bull. Ecol.* 14 (4) : 279-296.
- Monticelli, D., 1999 : Caractérisation de l'avifaune au sein de l'écosystème afro-montagnard du Karthala (Grande Comore). Mémoire d'ingénieur agronome. Faculté d'agronomie de Gembloux. 65 p.
- Ndayikengurukiyé, C., 2005 : 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. 49p.
- Newmark, W.D., 1991: Tropical forest fragmentation and the local extinction of understorey birds in the eastern Usambara Mountains, Tanzanie. *Conserv. Biol.* 5: 67–78.
- Paquet, J-Y., Vandevyvre, X., Delahaye, L., Rondeux, J., 2006: Bird assemblages in a mixed woodland–farmland landscape: The conservation value of silviculture-dependant open areas in plantation forest. *Forest Ecology and Management* 227 (2006): 59–70.
- Prodon, R., 1988 : Dynamique des systèmes avifaune-végétation après déprise rurale et incendies dans les Pyrénées méditerranéennes siliceuses. Thèse Doc. Sc. Nat., Univ. Paris VI, 333 p.
- Prodon, R., Lebreton, J.D., 1994 : Analyses multivariées des relations espèces-milieu structure et interprétation écologique. *Vie et milieu* (1980) 44:11, 69-91.

- Ralph, C.J., Scott, J.M., 1981: Estimating numbers of terrestrial birds. Cooper ornithological Society, Studies in Avian Biology No. 6. Cooper. Orn. Soc. 630 p.
- Roché, J., 1982 : Structure de l'avifaune des étangs de la plaine de Saône : influence de la superficie et de la diversité végétale. *Alauda* 50 (3) : 195-223.
- Skinner, J., Beaumont, N., Pirot, J-Y., 1996 : Manuel de formation à la gestion des zones humides tropicales. UICN. Gland. Suisse. 272p.
- Skowno, A.L. & Bond, W.J., 2003: Bird community composition in an actively managed savanna reserve, importance of vegetation structure and vegetation composition. *Biodiversity and Conservation* 12: 2279–2294
- Sodhi, N.S., L.P. Koh, D.M. Prawiradilaga, Darjono, I. Tinulele, D.D. Putra, T. Han Tong Tan, 2005: Land use and conservation value for forest birds in Central Sulawesi (Indonesia). *Biological Conservation* 122 : 547–558. *Science direct*.
- Spitz, F., 1982 : Conversion des résultats d'échantillonnages ponctuels simple d'oiseaux en densités de population. *Oiseaux Rev. Fr. Ornithol.* 52 : 1-14
- Tatibouet, F., D. Chessel, J. Broyer, J.D. Lebreton, 1980 : Etude des peuplements d'oiseaux nicheurs de la zone urbaine de Lyon. Rapport final du Contrat Ecologie urbaine n° 237-01-78-00314 Ministère de l'Environnement. 23p.
- Thompson, F.R., B. Iii, D.R. Jeffrey, F. Scott, C. John, L. Richard, 2000: Approaches to investigate effects of forest management on birds in eastern deciduous forests: How reliable is our knowledge? *Wildlife Society Bulletin*, 28(4), 1111-1122.
- Waltert, M.H., 1998 : Evaluation écologique intégrée de la forêt naturelle de la Lama en République du Bénin. Rapport sur l'inventaire des oiseaux. ONAB/KFW/GTZ. Cotonou, Bénin. 36 p.

