



Caractérisation phytoécologique des zones fréquentées par l'hippopotame commun en milieu anthropisé au Nord-Ouest du Bénin

G.N. Kpéra¹, A.F. Azihou², C.A.M.S. Djagoun², G.F. Kakpo², G.R.M. Adoukè², B.D. Kassa², G.A. Mensah¹

¹ Institut National des Recherches Agricoles du Bénin ; 01 BP 884 Cotonou Bénin

² Université d'Abomey Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Département Aménagement et Gestion de l'Environnement, 01 BP 526 Cotonou, Bénin

Reçu le 17 Mars 2020 - Accepté le 20 Juin 2020

Phytocological characteristics of the areas visited by the common hippopotamus in the human habitat in the North-Western Benin

Abstract: Listed as "vulnerable" in the IUCN Red List and in the Benin Red List, *Hippopotamus amphibius* is frequently observed outside Protected Areas. The study aimed to identify the phytoecological characteristics of the areas visited by hippopotamus along the Pendjari River outside the Pendjari Biosphere Reserve. Carried out in the Municipalities of Natitingou and Toukountouna in the North-Western Benin, data were collected through 50 phytosociological surveys following Braun Blanquet method. Plant species collected were submitted to a Detrended Correspondence Analysis (DCA) and the hierarchical ascending classification for plant group determination. Shannon and Pielou indexes were calculated for each group. 61 plant species grouped in three plant groups were recorded in the habitat visited by hippopotamus along the Pendjari River outside the Biosphere Reserve of Pendjari. The three plant groups consisted of the grassland plant group (G1) of *Hyparrhenia involucrata* and *Pennisetum purpureum*; the shrub savannah plant group (G2) of *Vachellia sieberiana* and *Crotalaria retusa*; and the wood savannah plant group (G3) of *Desmodium gangeticum* and *Keetia venosa*. The Shannon diversity index varied from 2.48 bits to 4.90 bits and the Pielou evenness from 0.52 to 0.88. The G3 group recorded the higher (4.90 bits) Shannon and Pielou indexes (0.88) than G1 and G2. However, hippopotamus preferred plants were absent around the Pendjari River due to the important farming activities in the area. It is urgent for manager to plan the conservation action in order to restore the hippopotamus habitat around the Pendjari River.

Keywords: Life forms, Chorology, Specific diversity, Detrended Correspondence Analysis, *Hippopotamus amphibius*.

Résumé : Classé dans la catégorie 'espèce vulnérable' sur la Liste Rouge de l'UICN et du Bénin, l'hippopotame commun est fréquemment observé en dehors des Aires Protégées. L'étude visait à identifier les caractéristiques phytoécologiques des zones fréquentées par l'hippopotame commun le long de la Rivière Pendjari. Conduite dans les Communes de Natitingou et de Toukountouna au Nord-Ouest du Bénin dans les terroirs villageois, l'étude était basée sur 50 relevés phytosociologiques effectués suivant la méthode de Braun Blanquet. Les placeaux installés avaient tenu compte de l'homogénéité floristique des strates végétatives des habitats prospectés. 61 espèces végétales avaient été recensées et soumises à une Analyse de Correspondance Détendue (ACD) puis à une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) pour construire les différents groupes écologiques. A partir de ces groupes, des indices de Shannon et de Pielou avaient été mesurés. Trois formations végétales composaient le biotope de l'hippopotame le long de la Rivière Pendjari avec des groupements végétaux spécifiques : la savane herbeuse caractéristique du groupement G1 à *Hyparrhenia involucrata* et *Pennisetum purpureum* ; la savane arbustive caractéristique du groupement G2 à *Vachellia sieberiana* et *Crotalaria retusa* et la savane arborée caractéristique du groupement G3 à *Desmodium gangeticum* et *Keetia venosa*. Le groupe G3 était le mieux représenté en richesse spécifique avec

48 espèces suivi des groupes G2 et G1 avec respectivement 29 et 28 espèces. Ainsi, les espèces étaient mieux réparties dans le groupe G3 que dans les deux autres avec une diversité de Shannon de 4,90 bits et une équitabilité de Pielou de 0,88. Néanmoins, on a noté l'absence de plusieurs plantes préférées par les hippopotames traduisant une dégradation des terres de parcours. Des aménagements doivent être effectués autour de la Rivière Pendjari pour restaurer les parcours naturels.

Mots clés: Type biologique, Type phytogéographique, Diversité spécifique, Analyse de correspondance détendue, *Hippopotamus amphibius*.

1. Introduction

Les milieux naturels africains constituent, pour les populations locales, un domaine essentiel tant sur les plans écologique, économique que social. Ils représentent d'importants réservoirs de biodiversité. Leur disparition s'est accentuée ces dernières décennies avec la croissance démographique, les besoins en produits alimentaires dont la viande de brousse (Kpété, 2009). Parmi les ressources potentielles de ces milieux naturels, la faune tient une place de choix. Au Bénin, les perturbations des habitats naturels de la faune constituent la principale source de menace et d'extinction de nombreuses espèces jadis communes et abondantes sur le territoire. Les habitats des animaux ont été réduits de 65%, au profit de l'agriculture et de l'élevage, ou par suite de la surexploitation du bois de feu (Gnanho, 2008). Le reste des habitats naturels est soumis à une pression perpétuelle du fait de la démographie galopante.

En effet, la perte de l'habitat est l'une des plus grandes menaces qui pèse sur la faune sauvage (Lougbégnon, 2003). Cette dernière représente la principale menace qui confère le statut vulnérable à l'hippopotame. L'hippopotame commun a pour habitat préférentiel les zones humides principalement les rivières, les étangs, les mares de boues, et les lacs. Jusqu'au début du 20^{ème} siècle, on trouvait des hippopotames communs dans toute l'Afrique, surtout au sud du Sahara, partout où il existait de l'eau et des végétaux adéquats (Kingdom, 2015). Mais ils sont de nos jours en majorité confinés dans des zones protégées. Néanmoins, ils survivent toujours dans les plus grandes rivières et marais. Ils vont même jusque dans les estuaires, dans la mer et même jusqu'à une altitude de 2000 m (Eltringham, 1993 ; Kingdom, 2015). Certaines régions du Bénin se sont révélées comme des refuges et des habitats de choix de l'hippopotame. On retrouve les hippopotames du Nord au Sud du Bénin notamment dans le complexe des parcs du W et de la Pendjari (Diblioni *et al.*, 2010), dans les forêts classées de l'Ouémé Supérieur et de

l'Okpara (PGFTR, 2007 ; Kpété, 2009), dans les forêts classées de Wari Maro et Monts Kouffé (PAMF, 2006), dans le Fleuve Mono (Amoussou, 2002), dans la Sota, dans certains affluents comme la Bouli (zone de Gogounou) (PGFTR, 2010) et dans la Mékrou (Sinsin *et al.*, 2004). Ainsi, seuls six (6) aires protégées sur les cinquante-huit (58) que compte le Bénin abritent des populations d'hippopotames. Plusieurs études précédentes ont fourni des données sur l'espèce dans différentes zones comme celle de Amoussou *et al.* (2006) dans la Réserve de Biosphère du Mono, les travaux de Kpété *et al.* (2015) au Nord Est du Bénin. La mise en place de programme de conservation de l'espèce s'avère alors primordiale et nécessite des informations précises autant quantitatives que qualitatives sur l'espèce ainsi que sur les différents habitats où elle se retrouve. C'est dans cette optique que cette étude a été réalisée afin de fournir une base de données scientifiques sur les facteurs pouvant favoriser la survie de l'hippopotame commun hors de la Réserve de Biosphère de la Pendjari au Nord-ouest du Bénin. De façon spécifique, il s'est agi d'évaluer la diversité floristique des aires de parcours de l'hippopotame le long de la Rivière Pendjari. Le milieu étant caractérisé par différents faciès environnementaux, nous faisons l'hypothèse de la présence de plusieurs groupements végétaux.

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

Le milieu d'étude couvre deux Communes (Natinou et Toukountouna) du Département de l'Atacora au Nord-Est du Bénin et est localisé entre les longitudes 1°10'0'' - 1°40'0'' E et les latitudes 10°00'0'' - 10°40'0'' N (Figure 1). La Commune de Kouandé représente la limite Ouest, Sud partagé par la Commune de Boukoubé et Nord partagée par la Commune de Tanguiéta. Les Communes de Tanguiéta et de Boukoubé représentent aussi les limites Est du milieu d'étude.

* Auteur Correspondant : nathalie.kpera@gmail.com ;

Tél : +229 66372793

Copyright © 2020 Université de Parakou, Bénin

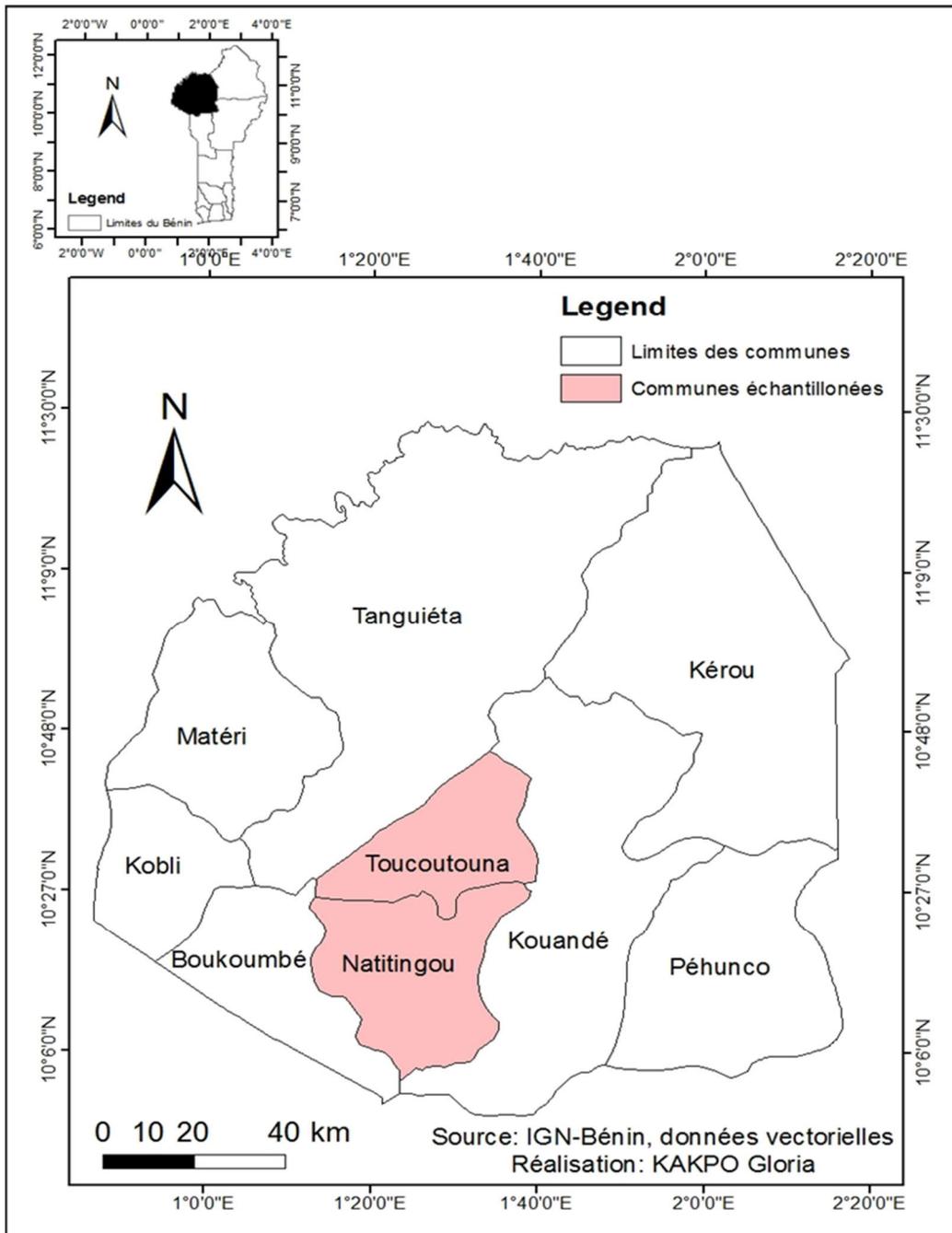


Figure 1 : Carte du milieu d'étude / Map of study area (Source, Kakpo, 2018)

Le relief est caractérisé par la chaîne de l'Atacora d'où elle tient son relief accidenté, composé surtout de plateaux et de collines dont les vallées se présentent souvent en pente forte (Monographie, 2005). Le climat est de type soudanien caractérisé par une saison sèche qui s'étend de Novembre à Mi-Mai et une saison pluvieuse de Mi-Mai à Octobre avec une pluviométrie annuelle de 900 à 1100 mm (Mul *et al.*, 2015). La température moyenne est d'environ 27°C avec des variations extrêmes de 20,8°C à 32,2°C. La Rivière Pendjari représente le plus important réseau hydrographique du milieu d'étude. La végétation est caractérisée par différents types de savanes dont les plus dominants sont les

savanes arbustives et arborées. On rencontre aussi le long de la Rivière Pendjari, des forêts galeries. Le baobab (*Adansonia digitata*), le karité (*Vitellaria paradoxa*), le néré (*Parkia biglobosa*), le kaïlcédrat (*Khaya senegalensis*) et le tamarinier (*Tamarindus indica*) sont les espèces les plus communes. Cette végétation est assez dégradée par les activités agricoles et l'exploitation forestière anarchique. Cette végétation abrite de nombreuses espèces animales depuis les petits rongeurs jusqu'aux grands herbivores et carnivores sans omettre les oiseaux. Cependant on note un recul important de cette faune vers le parc de Pendjari dus à la chasse et aux feux de végétation anarchiques et tardifs.

2.2. Choix des sites de prospection et de relevés phytosociologiques

L'identification et le choix des localités de prospection sont dictés par l'existence confirmée de l'hippopotame dans les localités. Pour ce faire, une enquête de présence de l'espèce a été faite dans toutes les localités traversée par la Rivière Pendjari auprès des populations riveraines et en particulier les chasseurs et agriculteurs. Suite à cela, des prospections directes ont été faites dans les localités où l'espèce est signalée pour récolter des indices de présences tangibles que sont les crottes, les empreintes les parcours et les sites de pâturage. Les localités retenues comme sites dans cette étude sont celles où les observations directes de l'espèce ont été confirmées. Ainsi, sur la base de la présence actuelle avérée de l'hippopotame, cinq villages ont été retenus (Figure 1). Il s'agit de Perporiyacou et Koudengou dans la Commune de Natitingou et de Kokota, Tampégré et Moussitingou dans la Commune de Toukountouna.

2.3. Collecte des données

L'étude de la caractérisation phytoécologique de l'habitat de l'hippopotame a été réalisée à partir des placeaux installés dont le nombre par village tient compte des strates présentes et de l'homogénéité floristique de ces strates. Les inventaires ont été réalisés à l'intérieur des faciès floristiques suffisamment homogènes dans des quadrats de 900 m². Pour identifier les groupements végétaux parcourus par les hippopotames, 50 relevés phytosociologiques ont été effectués au pic de biomasse selon la méthode de Braun-Blanquet (1932). Pour chaque relevé, les coefficients d'abondance dominance, la nature des sols, le taux de recouvrement, la structure de la végétation et les activités agricoles constituent les paramètres notés. Les coefficients d'abondance-dominance attribués aux espèces sont : 5 : espèces recouvrant 75 à 100% de la superficie du relevé (RM = 87,5%) ; 4 : espèces recouvrant 50 à 75% de la superficie du relevé (recouvrement moyen, RM = 62,50%) ; 3 : espèces recouvrant 25 à 50% de la superficie du relevé (RM = 37,5%) ; 2 : espèces recouvrant 5 à 25% de la superficie du relevé (RM = 15%) ; 1 : espèce recouvrant 1 à 5% de la superficie du relevé (RM = 3%) + : espèces recouvrant moins de 1% de la superficie du relevé (RM = 0,5%). Des herbiers ont été réalisés spécialement pour les espèces non identifiées sur le terrain. Ces herbiers ont été soumis à identification à l'Herbier National du Bénin.

2.4. Traitement des données collectées

La matrice de données constituée de 50 relevés phytosociologiques et de 61 espèces végétales a été soumise à une Analyse de Correspondance Détendue (ACD) afin de les regrouper en groupements végétaux. Ainsi, les différents relevés ont été encodés à l'aide du

tableur Excel. L'ordination des relevés, le dendrogramme, la réalisation des plans factoriels et le calcul des valeurs des espèces indicatrices ont été obtenu l'aide du logiciel R en utilisant le package Vegan. Une fois les groupements individualisés, leurs spectres biologiques et phytogéographiques bruts et pondérés ont été représentés selon Raunkiaer (1934) et White (1986). En outre, la structure des communautés végétales issue des différents groupements est analysée grâce à l'indice de diversité de Shannon et à l'équitabilité de Piélou. L'indice de diversité de Shannon calculé pour chaque groupement végétal est donné par la formule suivante : $H = -\sum p_i \log_2 p_i$ avec P_i = proportion de l'espèce i au sein du groupement. Le calcul de l'indice de Shannon est fondé sur l'hypothèse que la diversité est fonction de la probabilité $P_i = N_i / N$ de présence de chaque espèce i dans un ensemble d'individus. Cet indice est compris entre 0,5 bit (très faible) et 4,5 bits (très élevés) environ ou exceptionnellement plus dans le cas d'échantillon de grande taille de communautés complexes (Frontier, 1983). L'équitabilité de Piélou qui mesure de la régularité des espèces au sein de la communauté est donnée par la formule :

$$E = H/\log_2 S$$

avec $E \in [0,1]$ et S = nombre d'espèces.

Si $0 < E < 0,5$ la régularité est faible ;

Si $0,5 < E < 0,7$ la régularité est moyenne ;

Si $E > 0,7$ la régularité est forte.

3. Résultats

3.1. Identification des différents groupements végétaux

La classification hiérarchique ascendante obtenue avec une matrice de 50 relevés et 61 espèces a permis une discrimination de trois groupements végétaux (Figure 2). Il s'agit de :

- G1 : Groupement végétal à *Hyparrhenia involucrata* et *Pennisetum purpureum* qui rassemble 19 relevés effectués dans les savanes herbeuses sur sol ferrugineux non hydromorphe.
- G2 : Groupement végétal à *Vachellia sieberiana* et *Crotalaria retusa* qui est constitué de 9 relevés effectués dans les savanes arbustives sur sol ferrugineux non hydromorphe.
- G3 : Groupement végétal à *Desmodium gangeticum* et *Keetia venosa* qui comporte 20 relevés effectués dans les savanes arborées sur sol ferrugineux non hydromorphe et argileux hydromorphe.

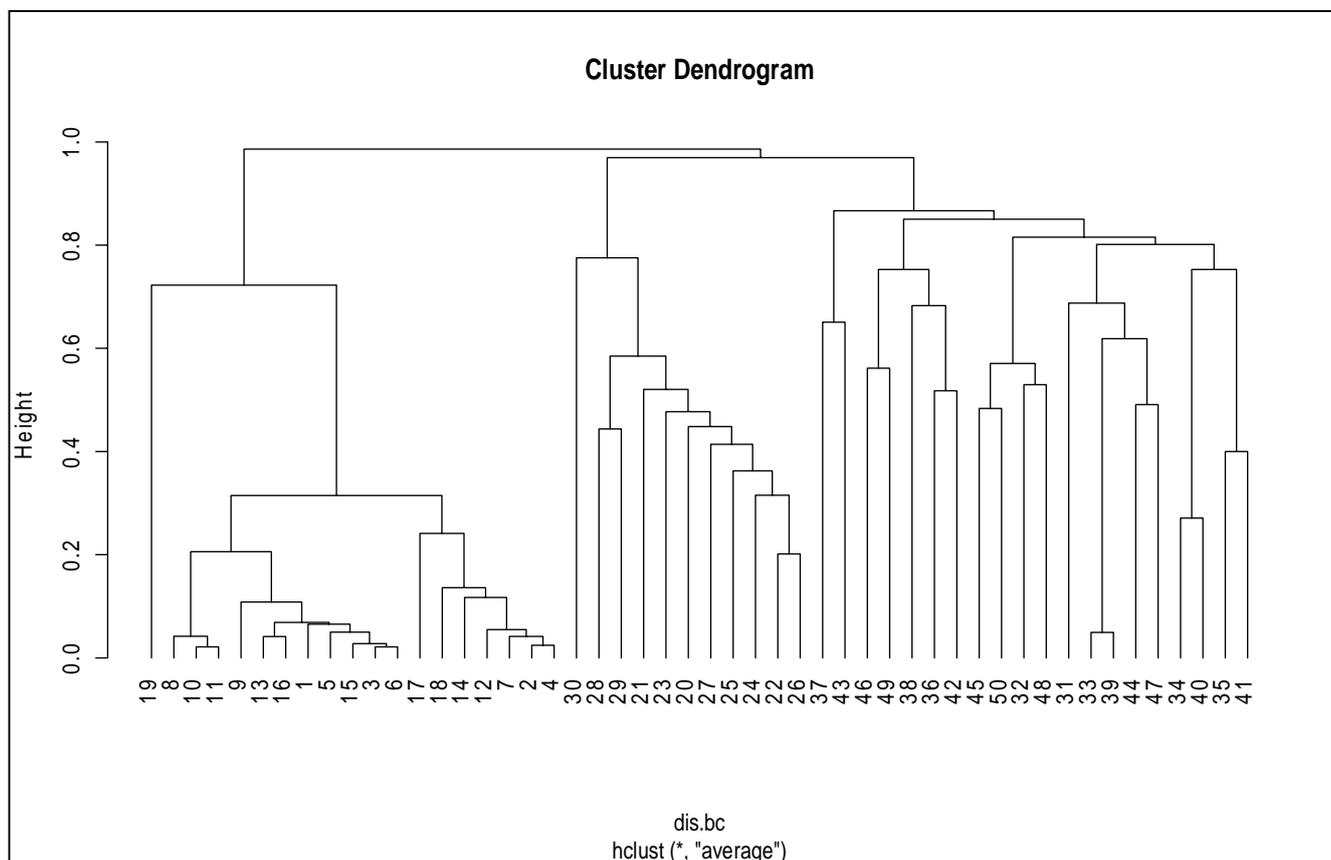


Figure 2: Dendrogramme présentant les différents groupements végétaux / Dendogram of plant groups
 Légende : G₁: groupement végétal à *Hyarrhenia involucrata* et *Pennisetum purpureum* ; G₂: groupement végétal à *Vachellia sieberiana* et *Crotalaria retusa* ; G₃: groupement végétal à *Desmodium gangeticum* et *Keetia venosa*

La représentation de ces trois groupements dans un plan factoriel (Figure 3) montre que l'axe 1 traduit un gradient de densité de végétation (on quitte les formations les plus ouvertes vers les formations les plus fermées) alors que l'axe 2 traduit un gradient croissant d'humidité du sol (on quitte les sols les plus secs vers ceux les plus humides). Il ressort de l'analyse de cette figure que l'axe 1 montre une succession des groupements G₂ (savanes arbustive), et G₁ (savane herbeuse). Cet axe traduit donc un gradient décroissant du couvert arboré. En ce qui concerne l'axe 2, elle montre successivement, du bas vers le haut, les groupements G₂ (sol ferrugineux non hydromorphe), G₃ (sol ferrugineux et argileux hydromorphe) et G₁ (sol ferrugineux non hydromorphe). Il traduit donc un gradient topographique révélé par l'hydromorphie du sol.

3.2. Groupement végétal à *Hyarrhenia involucrata* et *Pennisetum purpureum*

Ce groupement caractéristique des savanes herbeuses regroupe 28 espèces appartenant à 27 genres répartis en 19 familles avec une forte représentation des Leguminosae (17,85 %), les Rubiaceae (14,28 %) et les Poaceae (10,71 %). La strate herbacée est représentée

par 23 espèces, dominée par *Hyarrhenia involucrata* et *Pennisetum purpureum*. Les fréquences relatives pour ces espèces caractéristiques de ce groupement sont respectivement de 17,72% et 7,42% et les contributions spécifiques de contact sont de 53,82% et 22,54% avec une forte colonisation de la famille des Poaceae. L'indice de diversité de Shannon est de 2,48 bits et l'équité de Pielou s'élève à 0,52. Ainsi, le groupement à *Desmodium gangeticum* et *Keetia venosa* est un milieu isotrope.

3.2.1. Types biologiques

Le spectre brut révèle l'abondance des Thérophytes (50%) suivis des Hémicryptophytes (20%) et des Chaméphytes (17%). En revanche, les Géophytes (13%) sont le type biologique le moins abondant. Quant au spectre pondéré, il révèle la même tendance avec un fort taux de recouvrement des Thérophytes (58%) suivis des Hémicryptophytes (15%), des Chaméphytes (10%) et les Géophytes (12%) (Figure 4).

3.2.2. Types phytogéographiques

Le spectre phytogéographique montre que les espèces soudano-guinéennes (26 %) et soudano-

zambésienne (26 %) sont les plus abondants dans le milieu (Figure 5). Elles sont suivies respectivement des espèces Pantropicales (16 %) et soudaniennes (14 %). La même tendance est observée pour le spectre pondéré

qui montre que les espèces de type phytogéographique soudano-guinéennes et soudano-zambésienne (13,40 %) dominant ce groupement suivi des Pantropicales (8,37 %) et soudaniennes (6,70 %).

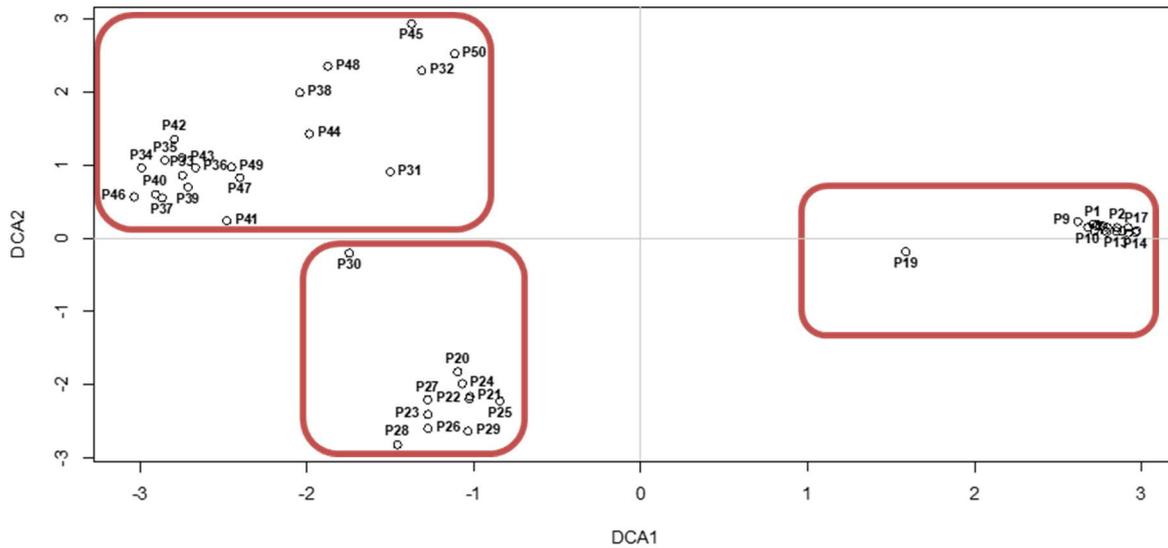


Figure 3 : Plan factoriel montrant la répartition des relevés suivant les axes 1 et 2 / Factorial plan showing plant groups distribution

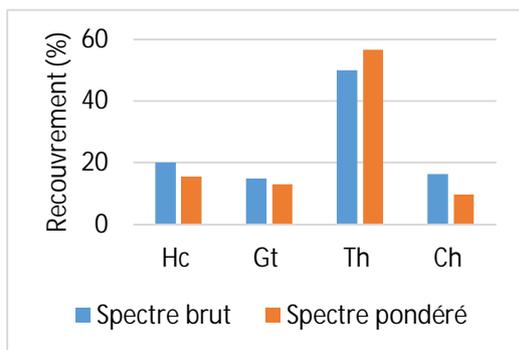


Figure 4 : Spectre biologique du groupement végétal à *Hyparrhenia involucrata* et *Pennisetum purpureum*/ Life forms spectrum of *Hyparrhenia involucrata* and *Pennisetum purpureum* plant group

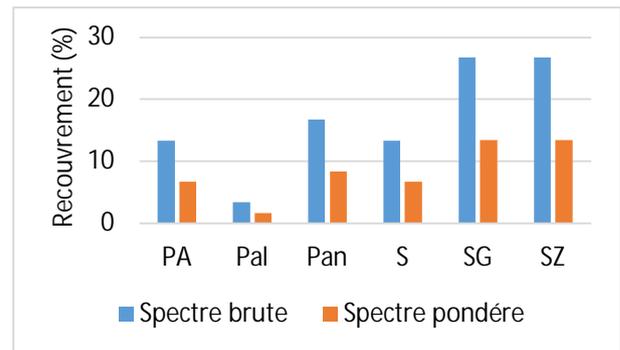


Figure 5 : Spectre phytogéographique du groupement végétal à *Hyparrhenia involucrata* et *Pennisetum purpureum*/ Geographic forms spectrum of *Hyparrhenia involucrata* and *Pennisetum purpureum* plant group

3.3. Groupement à *Vachellia sieberiana* et *Crotalaria retusa*

Ce groupement est constitué de 11 relevés effectués dans les savanes arbustives, sur sol non hydromorphe. Il compte 29 espèces appartenant à 25 genres répartis en 15 familles dont les Leguminosae (34,48 %), les Rubiacae (13,79 %) et les Poaceae (10,34 %) sont les plus représentées avec une dominance marquée de *Hyparrhenia rufa* et *Vachellia sieberiana*. Les fréquences relatives relevés pour ces espèces respectivement de 3,49% et 2,17% et les contributions spécifiques sont respectivement 16,68% et 10,38%. L'indice de diversité de Shannon est de 4,18 bits et l'équitabilité de Pielou est

égale à 0,86. Le groupement à *Vachellia sieberiana* et *Crotalaria retusa* est donc un milieu isotrope.

3.3.1. Types biologiques

Dans ce groupement, il y a une nette abondance des phanérophytes (50%) et des chaméphytes (18%). En revanche, les hémicryptophytes (11%) et les géophytes (8%) sont les types biologiques les moins abondants. De même, on remarque dans ce groupement, une nette dominance des phanérophytes (55%) et des chaméphytes (15%). Alors que, les hémicryptophytes (13%) et les géophytes (5%) sont les types biologiques les moins dominants (Figure 6).

3.3.2. Types phytogéographiques

Au sein du groupement, les espèces soudano-zambésiennes (41%), soudano-guinéennes (25%) et soudaniennes (14 %) et afro-tropicales (12 %) sont les plus abondantes et les plus dominants. Les moins

représentés et dominants sont les espèces plurirégionales africaines (5,33 %) et les pantropicales (1,33 %) (Figure 7).

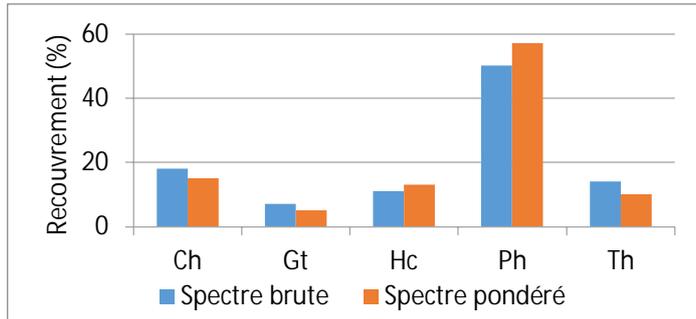


Figure 6 : Spectre biologique du groupement végétal à *Vachellia sieberiana* et *Crotalaria retusa* / Life forms spectrum of *Vachellia sieberiana* and *Crotalaria retusa* plant group

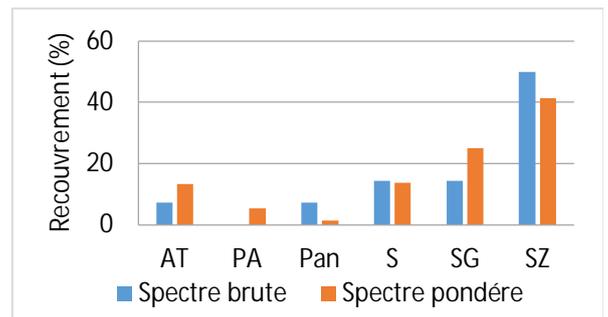


Figure 7 : Spectre phytogéographique du groupement végétal *Acacia sieberiana* et *Crotalaria retusa* / Geographic forms spectrum of *Acacia sieberiana* and *Crotalaria retusa* plant group

3.4. Groupement à *Desmodium gangeticum* et *Keetia venosa*

Ce groupement comporte 20 relevés effectués dans les savanes arborées sur sol ferrugineux non hydromorphe et argileux hydromorphe. Il possède une richesse spécifique de 48 espèces appartenant à 19 familles. Les Leguminosae (22,91 %) et les Rubiacae (16,66 %) sont les familles les plus représentées avec une forte dominance de *Hyptis suaveolens* et *Fadogia erythrophloea*. Les plus fortes fréquences relatives ont été enregistrées pour ces espèces et sont respectivement de 26,29 et 3,27. Quant aux contributions spécifiques, elles sont de 42,61% pour *Hyptis suaveolens* et 5,30% pour *Fadogia erythrophloea*. L'indice de diversité de Shannon est de 4,90 bits et l'équitabilité de Pielou est égale à 0,88. Ainsi, le groupement à *Desmodium gangeticum* et *Keetia venosa* est un milieu isotrope.

Le spectre biologique montre l'abondance des phanérophytes (43%) et des Thérophytes (23%). Ces deux formes de vie dominent également la végétation avec la même tendance comparativement au spectre pondéré. Ainsi, les phanérophytes sont toujours en tête avec un recouvrement de 37 % du sol contre 21 % pour les thérophytes. Les chaméphytes (14 %) géophytes (7 %) sont les types biologiques les moins recouvrant (Figure 8).

3.4.1. Types biologiques

3.4.2. Types phytogéographiques

Le spectre brut indique l'abondance des espèces soudano-zambésiennes (34,04 %), soudano-guinéennes (17,02 %) et soudaniennes (17,02 %). Les types phytogéographiques Afro Tropicales (4,25%) et Paléo Tropicales (2,12) sont les moins représentés. Par contre, le spectre pondéré montre que les espèces soudano-zambésiennes (35,57 %), soudaniennes (12,88%) et pantropicales (13,26 %) sont les plus dominants et les paléo tropicales les moins dominants (Figure 9).

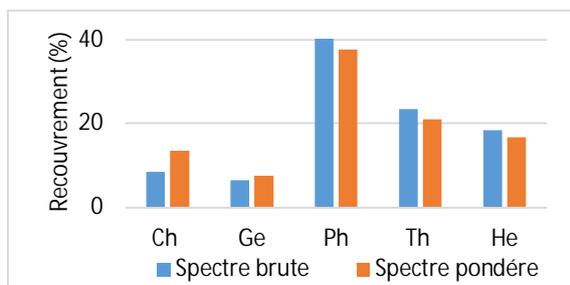


Figure 8 : Spectre biologique du groupement végétal à *Desmodium gangeticum* et *Keetia venosa* / Life forms spectrum of *Desmodium gangeticum* and *Keetia venosa* plant group

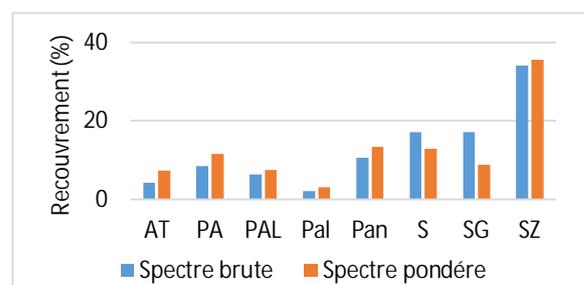


Figure 9 : Spectres phytogéographiques du groupement végétal à *Desmodium gangeticum* et *Keetia venosa* / Geographic forms spectrum of *Desmodium gangeticum* and *Keetia venosa* plant group

4. Discussion

4.1. Caractérisation des groupements végétaux

La richesse spécifique est relativement élevée dans le groupement G3 (groupement des savanes arborées) tandis qu'elle est relativement faible dans le groupement G1 (groupement des savanes herbeuse) et G2 (groupement des savanes arbustives). Ces résultats peuvent s'expliquer par le nombre de relevés réalisés dans chaque type de formation végétale et aussi par le type de substrat caractéristique de chaque formation. En effet, au total 20 relevés ont été réalisés dans la formation à savanes arborées contre seulement neuf (9) dans la savane arbustive. Dans ce cas, le nombre élevé de relevés réalisés au sein de la formation à savane arborée a permis de rendre compte d'une plus grande diversité spécifique du milieu. Cependant, malgré le nombre important de relevés réalisés au sein de la savane herbeuse, la richesse spécifique reste faible comparée à celle de la savane arborée et relativement égale à la richesse spécifique de la savane arbustive. Ainsi, le type de substrat caractéristique des savanes herbeuses du milieu ne favorise pas l'installation des espèces. De plus, cette forte diversité au sein du groupe G3 est due non seulement à un nombre élevé d'espèce mais surtout à cause d'une bonne régularité (codominance, absence de dominance) traduite par une valeur élevée de l'indice de Pielou. Le tableau 1 montre aussi que l'indice de diversité de Shannon est plus élevé au niveau des groupements G2 et G3. Ceci suggère que le type de sol caractéristique de ces deux formations (ferrugineux non hydromorphe et argileux hydromorphe) serait favorable au développement de plusieurs espèces végétales. Cependant, le faible indice de Shannon observé au sein de la savane herbeuse (G1) comparé à la savane arbustive (G2) s'explique par le fait que le groupement G2 est un milieu isotrope (qui offre différentes conditions pour la cohabitation de plusieurs espèces) en opposition à G1 (qui n'offre pas ces conditions variées mais favorise peu d'espèces qui dominent sur les autres). Ceci peut être influencé non seulement par le substrat, mais aussi par les perturbations anthropiques, chimiques, le pâturage dans le milieu. La forte proportion de Thérophyte dans le groupement G1 représente en effet un indicateur de la perturbation du milieu. Ce qui nous permet de valider l'hypothèse de départ qui stipule la présence de différents groupements végétaux résultant de la diversité des facies environnementaux dans le milieu.

4.2. Analyse des types biologiques

Le tableau 2 montre que les Phanérophytes (31%) et les Thérophytes (28,66%) sont les types biologiques les plus abondants dans l'ensemble des trois groupements étudiés. Ces résultats corroborent ceux de Aïtondji *et al.* (2015). En effet, selon Vidal (1966) ; Aïtondji *et al.* (2015), la prédominance des Phanérophytes est typique au climat tropical. Quant aux Thérophytes, leur prédominance traduit une adaptation aux forts régimes de perturbation (Grime, 1977, 1985 ; Shackleton, 2000 ; Bzdon, 2009). Dans le cadre de cette étude, l'abondance des Thérophytes sur les sites de fréquentation saisonnière de l'hippopotame traduit une disponibilité d'aliments dans le milieu. En effet, l'hippopotame étant un brouteur sélectif (*grazers*) (Owen-Smith, 1992) avec une préférence pour les herbes vertes et courtes (environ 15 cm de hauteur) (Field, 1970; Field, 1972; Lock, 1972; Scotcher *et al.*, 1978; McCarthy *et al.*, 1998; Harrison *et al.*, 2007), son régime alimentaire se résume principalement aux Graminées et aux Cyperacées qui sont pour la plus part de Thérophytes. Néanmoins, les dicotylédones peuvent représenter une part importante de son alimentation (Boisserie *et al.*, 2005; Cerling *et al.*, 2008; Michez *et al.*, 2013).

Cette étude montre que les genres préférés de l'hippopotame comme *Desmodium*, *Hyparrhenia*, *Pennisetum* (Field, 1970; Olivier et Laurie, 1974; Scotcher *et al.*, 1978; Owen-Smith, 1992; Noirard *et al.*, 2004; Amoussou *et al.*, 2006; Chansa *et al.*, 2011b; Michez *et al.*, 2013) sont représentés dans le milieu et caractérisent les groupements G1 et G2. Cependant, on constate une absence d'un grand nombre de genres préférés de l'hippopotame dans le milieu. Il s'agit notamment des genres *Andropogon*, *Anthephora*, *Chloris*, *Commelina*, *Cyperus*, *Echinochloa*, *Eleusine*, *Heteropogon*, *Hyperthelia*, *Leersia*, *Panicum*, *Paspalum*, *Phragmites*, *Setaria*, *Sporobolus*. Il est possible que ce déficit alimentaire soit comblé par l'hippopotame dans les champs installés aux environs des sites de fréquentation. En effet, plusieurs cultures pratiquées dans les champs avoisinants la rivière Pendjari constituent des ressources alimentaires potentielles pour les hippopotames (Adounke *et al.*, 2020). Selon Sekhar (1998), lorsque les sources naturelles sont épuisées ou lorsque leur stade de maturité n'est pas optimal pour la consommation, les cultures peuvent être particulièrement attractives.

Tableau 1 : Synthèse des diversités spécifiques des différents groupements végétaux identifiés / Summary of specific diversity of plant group identified

Groupements végétaux \ Diversités spécifiques	Diversité des familles	Richesse spécifique	Indice de Shannon (bits)	Equitabilité de Pielou
G1	19	28	2,48	0,52
G2	15	29	4,18	0,86
G3	19	48	4,90	0,88

G1 : Groupement végétal à *Hyparrhenia involucrata* et *Pennisetum purpureum* ; G2 : Groupement végétal à *Vachellia sieberiana* et *Crotalaria retusa* ; G3 : Groupement végétal à *Desmodium gangeticum* et *Keetia venosa*.

Tableau 2 : Synthèse des types biologiques par groupement végétal / Summary of biological type for each group plant

Groupements végétaux \ Types biologiques	Phanéropytes	Chaméphytes	Hémicryptophytes	Thérophytes	Géophytes
G1	0%	17%	20%	50%	13%
G2	50%	18%	11%	13%	8%
G3	43%	09%	18%	23%	7%
Moyenne	31%	14,66%	16,33%	28,66%	9,33%

G1 : Groupement végétal à *Hyparrhenia involucrata* et *Pennisetum purpureum* ; G2 : Groupement végétal à *Vachellia sieberiana* et *Crotalaria retusa* ; G3 : Groupement végétal à *Desmodium gangeticum* et *Keetia venosa*.

Cerling *et al.* (2008) ; Kanga *et al.* (2012) ont trouvés aussi que le pâturage des hippopotames dans les champs s'explique principalement par le manque de pâturages naturels adéquats et l'opportunité d'accéder facilement à une alimentation alternative à faible toxicité qui est très nutritive.

4.3. Analyse des types phytogéographiques

Il ressort de l'analyse des graphes de l'ensemble des groupements étudiés que les espèces de type géographique Soudano-Guinéen et Soudano-Zambéziens sont les plus abondants dans le milieu suivi des types Soudanien. Ces espèces sont typiquement caractéristiques des centres régionaux d'endémisme Soudanien, Zambézien et Guinéo-congolais. Dans le cadre de cette étude, ces résultats traduisent une forte colonisation des espèces endogènes du milieu d'étude et par conséquent une anthropisation relativement peu sévère et des sols peu dégradés. Ainsi, les conditions pédologiques du milieu sont relativement adéquates et ne favorisent pas l'abondance des espèces à large distribution géographique et des espèces rudérales. En effet une forte

abondance de ces derniers traduirait une dégradation et une perte de fertilité des sols (Djego & Sinsin, 2006 ; Toko & Sinsin, 2008).

5. Conclusion

L'étude de la caractérisation phytoécologique des habitats saisonniers fréquentés par l'hippopotame en milieu anthropisés au nord du Bénin a permis d'identifier les groupements végétaux et de faire une synthèse sur les différents types biologiques et phytogéographiques des groupements reconnus. Ainsi, trois principaux groupements végétaux ont été identifiés dans le milieu à partir de 50 relevés phytosociologique regroupant 61 espèces réparties dans 56 genres. Parmi les trois groupements identifiés, l'hippopotame a une préférence marquée pour les groupements à savane herbeuse et arborés caractérisés par les genres *Hyparrhenia*, *Pennisetum* et *Desmodium*. Par contre, on note une absence d'un grand nombre des genres préférés par l'hippopotame dans le milieu créant ainsi un déficit. Ce

déficit pourrait être comblé par les ressources alimentaires dans les champs situés dans le voisinage immédiat de l'habitat naturel et constitue une source de conflit entre les agriculteurs et l'hippopotame. Des aménagements doivent être effectués autour de la Rivière Pendjari pour restaurer les terres de parcours.

CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

REFERENCES

- Adounke M.G.R., Djagoun C.A.M.S, Kpéra G.N., Kassa B.D. (2020). Common hippopotamus distribution along the Pendjari River and local perceptions on human-hippopotamus conflict outside the Pendjari Reserve. Document Technique d'Information. Dépôt légal N° 12118 du 30/03/2020, 1er Trimestre, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin. ISBN: 978-99982-0-366-2.
- Aïtondji A. L. Toyi M. S. S. Kassa B. D. & Sinsin B. 2015. Caractéristiques floristiques, phytosociologiques et écologiques de la végétation des carrières en République du Bénin. *Rev. Cames*, 3 (2): 13-24.
- Amoussou K. M. 2002. Constitution d'une base de données biologiques, éco-éthologiques et socio-économiques sur les groupes d'hippopotames (*Hippopotamus amphibius*) isolés dans les terroirs villageois en zones humides: Cas du département du Mono/ Couffo au Bénin. Thèse d'ingénieur agronome /UAC/FSA/UNB, pp. 187.
- Amoussou K. A. Mensah G. A. & Sinsin B. 2006. Données biologiques, éco-éthologiques et socio-économiques sur les groupes d'hippopotames (*Hippopotamus amphibius*) isolés dans les terroirs villageois en zones humides des départements du Mono et du Couffo au Sud-Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 53: 22-35.
- Boisserie J.-R. Zazzo A. Merceron G. Blondel C. Vignaud P. Likies A. et al. 2005. Diets of modern and late Miocene hippopotamids: Evidence from carbon isotope composition and micro-wear of tooth enamel. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 221, (1-2): 153-174.
- Bzdon G. 2009. Floristic diversity of gravel-pits of the Siedlce Plateau: an analysis of the flora. *Annales Universitatis Mariae Curie Sklodowska Lublin-Polonia LXIV* (1): 35-66.
- Cerling T.E. Harris J.M. Hart J.A. Kalemé, P. Klingel, H. Leakey M. G. et al. 2008. Stable isotope ecology of the common hippopotamus. *Journal of Zoology*, 276 (2): 204-212.
- Dibloni O. T. Vermeulen C. Guenda W. & Millogo N. A. 2010. Structure démographique et mouvements saisonniers des populations d'hippopotame commun, *Hippopotamus amphibius* Linné 1758 dans la zone Sud soudanienne du Burkina Faso, *Tropical Conservation Science*, 3 (2) : 175-189.
- Djègo J. & Sinsin B. 2006. Impact des espèces exotiques plantées sur la diversité des phytocénoses de leur sous-bois. *Système Géographique* 76 : 191-209.
- Dossou E.M. Houessou L.G. Loughbegnon T.O. & Codjia J.T.C. 2018. Common hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*) habitat suitability modeling in Southwestern Benin. *Annales de l'Université de Parakou Série « Sciences Naturelles et Agronomie »*, 8 (1) : 57-64.
- Eltringham S.K. 1993. The Common Hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*) 161-171. In: Olivier, W.L.R. (Eds.), Pigs, Peccaries and Hippos: Status Survey and Action Plan. IUCN, Gland Switzerland,
- Field C.R. 1970. A study of the feeding habits of the hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*) in the Queen Elizabeth National Park, Uganda, with some management implications. *Zoologica Africana*, 5 (1): 71-86.
- Field C.R. 1972. The food habits of wild ungulates in Uganda by analyses of stomach contents. *African Journal of Ecology*, 10 (1): 17-42.
- Frontier S. 1983. Stratégies d'Echantillonnage en Ecologie. Masson : Paris; 494 p.
- Gnanho J.B. 2008. Impacts environnementaux des systèmes culturels dans la commune d'Allada. Mémoire de maîtrise de géographie, FLASH/UAC, 90p.
- Grime J.P. 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *American Naturalist* 111: 1169-1194.
- Grime J.P. 1985. The C-S-R model of primary plant strategies - origins, implications and tests: 371-393. In: Gottlieb L.D. & Jain S.K. (eds), *Plant Evolutionary Biology*. Chapman and Hall, London & New-York.

- Harrison M.E. Kalindekafe M.P. & Banda, B. 2007. The ecology of the hippopotamus in Liwonde National Park, Malawi: implications for management. *African Journal of Ecology*, 46: 507-514.
- Kanga E. M. Ogutu J.O. Piepho H.-P. & Oloff H. 2012. Human-hippo conflicts in Kenya during 1997-2008: vulnerability of a megaherbivore to anthropogenic land use changes. *Journal of Land Use Science*, 7 (4): 395-406.
- Kakpo G.F.M. 2018. Conservation de l'hippopotame commun *Hippopotamus amphibius* (Linnaeus, 1758) en zone anthropisée : habitats et relations avec les communautés locales de Peporyacou au Nord-Ouest du Bénin. Mémoire de Master Professionnel. EAGE/FSA/UAC, Bénin. 40 p + Annexes
- Kingdom J. 1997. *The Kingdom Field Guide to African Mammals*. Academic Press:
- Kpetere J. 2009. Valorisation écotouristique des mares aux hippopotames d'Affon : Forêt classée de l'Ouémé Supérieur (Bénin). Mémoire de fin de cycle B. Ecole de faune, Garoua, Cameroun. 85p.
- Kpetere J. Nago S.G.A. Natta A. K., Houessou L. & Keita N. T. 2015. Connaissances ethnozoologiques et importance de l'hippopotame commun (*Hippopotamus amphibius*) pour les populations du Nord Est Bénin : Implication pour sa conservation et sa valorisation durable. *Annales de l'Université de Parakou* 5 (1): 54-67.
- Lock J.M. 1972. The Effects of Hippopotamus Grazing on Grasslands. *Journal of Ecology*, 60 (2) : 445-467.
- Lougbégnon T. 2003. 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.
- McCarthy T.S. Ellery W.N. & Bloem, A. 1998. Some observations on the geomorphological impact of hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*) in the Okavango Delta, Botswana. *African Journal of Ecology*, 36: 44-56.
- Michez A. Doucet J.-L. Dendoncker N. Bouché P. & Vermeulen C. 2013. Preliminary description of the diet of *Hippopotamus amphibius* L. in Loango National Park (Gabon). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 17 (4): 580-583.
- Mul M. Obuobie E. Appoh R. Kankam-Yeboah K. Bokoe-Obeng E. Amisigo B. *et al.* 2015. Water resources assessment of the Volta River basin. IWMI Working Paper 166. International Water Management Institute, Colombo.
- Neuenschwander P. Sinsin B. & Goergen G. (eds). 2011. *Nature Conservation in West Africa: Red List for Benin*. Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria. 3645 p.
- Noirard C., Le Berre M. Ramousse R. Sépulcre C. & Joly P. 2004. Diets of sympatric hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*) and zebu (Bos indicus) during the dry season in the "W" National Park (Niger Republic). *Game and Wildlife Science*, 21 (3): 423-431.
- Olivier R.C.D. & Laurie W.A. 1974. Habitat utilization by hippopotamus in the Mara River. *East African Wildlife Journal*, 12: 248-271.
- Owen-Smith R.N. 1992. *The Influence of Very Large Body Size on Ecology*. 2e édition, Cambridge, Cambridge University Press, 388 p.
- PAMF 2006. Plan d'Aménagement Participatif du complexe des forêts classées de Wari-Marou et des Monts Kouffè. *Projet d'Aménagement des Massifs Forestiers d'Agoua, des Monts Kouffè et de Wari-Marou*, 242p.
- Programme de Gestion des Forêts et Terroirs Riverains (PGFTR). 2007. Aménagement de la mare aux hippopotames de Affon et du circuit des éléphants des forêts classées de Goungoun et de Sota; Rapport de la mission d'évaluation, DGFRN /MEPN Cotonou Bénin, 27p.
- Programme de Gestion des Forêts et Terroirs Riverains (PGFTR). 2010. Plan d'aménagement participatif de la Forêt Classée des Trois Rivières 2010 - 2019 / MEHU/ DGFRN, 93p.
- Raunkiaer C. 1934. *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Clarendon Press: Oxford.
- Scotcher J.S.B. Stewart D.R.M. & Breen C.M. 1978. The diet of the hippopotamus in Ndumu Game Reserve, Natal, as determined by faecal analysis. *South African Journal of Wildlife Research*, 8: 1-11.
- Shackleton C. 2000. Comparison of plant diversity in protected and communal lands in the Bushbuckridge lowveld savana, South Africa. *Biological Conservation* 94: 273-85.
- Sinsin B. Hessou C. Houessou L. Niyonkuru C. Lougbégnon T. & Mama A. 2004. Evaluation de la diversité biologique des zones d'intervention du programme de gestion des forêts et terroirs riverains. *Rapport de synthèse PGFTR / MAEP Cotonou, Bénin*, 81p.

- Toko I. & Sinsin B. 2008. Les phénomènes d'érosion et d'effondrement naturels des sols (dongas) du Parc national du W et leur impact sur la productivité des pâturages. *Sécheresse*, 19 (3): 193-200.
- Vidal J.E. 1966. Types biologiques dans la végétation forestière du Laos. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 113 : 197-203, DOI: 10.1080/00378941.1966.10838487.
- White F. 1986. *La Végétation d'Afrique*. Mémoire accompagnant la carte de la végétation de l'Afrique. UNESCO/ AETFA/UNSO, ORSTOM-UNESCO, 384p.