



Ecologie et structure des groupements végétaux des écosystèmes de la Lama au Sud-Bénin

Sosthène O. N. FOLAHAN^{1*}, Essè Florentin DISSOU^{1,3}, Gaston S. AKOUEHOU^{1,2},
Brice A. H. TENTE^{3,4} et Michel BOKO⁵

¹ Centre d'Etudes, de Recherche et de Formation Forestière,
Cotonou, Bénin 02 BP 1422 Cotonou, République du Bénin.

² Direction Générale des Forêts et des Ressources Naturelles (DGFRN),
02 BP 1422 Gbégamey, Cotonou, République du Bénin.

³ Département de Géographie et Aménagement du Territoire,
Université d'Abomey-Calavi (UAC), 03 BP 366 Cotonou-Jéricho, République du Bénin.

⁴ Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale, Département de Géographie et
Aménagement du Territoire, Université d'Abomey-Calavi (UAC), 01 BP 526 Recette Principale,
Cotonou 01, République du Bénin.

⁵ Laboratoire Pierre PAGNEY: Climats, Eau et Écosystèmes ; Université d'Abomey-Calavi; 03 BP 1122
Jéricho, Cotonou 03, République du Bénin.

* Auteur correspondant, E-mail : sosthenefolahan@gmail.com ; Tél : 00229 97474046 ; 00229 95 56 34 29

RESUME

La connaissance des données écologiques et structurales d'une forêt est essentielle pour sa gestion durable. Dans le souci de contribuer au maintien de l'équilibre écologique des écosystèmes de la forêt classée de la Lama et ses écosystèmes adjacents, un inventaire phytosociologique a été réalisé suivant l'approche sigmatiste de Braun-Blanquet. La méthode a permis d'identifier cinq groupements végétaux qui ont fait l'objet d'analyse. L'analyse des données écologiques a montré que du point de vue de la richesse spécifique, le groupement végétal à *Lonchocarpus sericeus* et *Culcasia scandens* des jachères pré-forestières et forêts denses sèches semi-décidues est plus pauvre que les quatre autres groupements végétaux. Mais, l'analyse des spectres bruts et pondérés a révélé la prédominance des espèces à large distribution au sein de tous les groupements végétaux identifiés. Par ailleurs, la structure en diamètre des essences forestières est dominée par *Lonchocarpus sericeus*, *Dialium guineense* et *Anogeissus leiocarpa* ($10 \leq dbh \leq 30$ cm). Concernant la structure en hauteur, les individus les plus représentés sont ceux de *Lonchocarpus sericeus*, *Ceiba pentandra*, *Anogeissus leiocarpa* et *Diospyros mespiliformis* (entre 15 et 20 mètres). Toute politique de gestion durable de l'ensemble de la Lama doit intégrer les relations interspécifiques et intraspécifiques entre le domaine classé et les terroirs riverains.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Ecologie, diversité spécifique, type biologique, Lama.

Ecology and structure of the plant groups of the ecosystems of Lama in Southern Benin

ABSTRACT

The ecological and structural data of a forest is crucial for its sustainable management. In order to maintain the ecological balance of the ecosystems of the Lama classified forest, a phytosociological survey was carried out using the sigmatist approach of Braun-Blanquet. Through this method five plant groups have been identified and analyzed. Regarding the specific richness, the plant group of *Lonchocarpus sericeus* and *Culcasia scandens* from pre-forest fallow and semi-deciduous dense forests is less rich than the four others. However, raw and weighted spectra analysis showed the predominance of a large distributed species within all groups. Furthermore, the diameter structure of forest species is dominated by *Lonchocarpus sericeus*, *Dialium guineense* and *Anogeissus leiocarpa* ($10 \leq dbh \leq 30$ cm). Regarding to the height structure, the most represented species are *Lonchocarpus sericeus*, *Ceiba pentandra*, *Anogeissus leiocarpa* and *Diospyros mespiliformis* with an average height varies from 15 to 20 meters. Any policy related to the sustainable management of the forest of Lama must integrate interspecific and intra-specific relationships between the classified area and the riparian lands.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Ecology, specific diversity, biological type, Lama.

INTRODUCTION

Notre planète est soumise à un grand nombre de pressions anthropiques et naturelles, désignées sous le nom collectif de changements mondiaux (GIEC, 2002). Ces changements globaux qui affectent l'environnement combinent les effets des fluctuations climatiques naturelles et ceux de l'activité humaine (Bouletreau et al., 2004). En effet, l'augmentation des gaz à effet de serre, des aérosols, des polluants, et la destruction ou la fragmentation des milieux naturels par l'anthropisation croissante ont des effets directs sur le fonctionnement de tous les écosystèmes terrestres et aquatiques.

Pourtant, les écosystèmes fournissent d'importants services qui peuvent aider les populations à s'adapter à la variabilité et aux changements observés. Certaines communautés autochtones et rurales sont particulièrement dépendantes de ces biens et services pour leur subsistance (Pramova et al., 2012). C'est pourquoi les ressources forestières ont toujours été utilisées par l'homme (Ginisty, 2008) et constituent aujourd'hui le terrain de forts enjeux écologiques et socioéconomiques.

A l'instar des pays ouest-africains, une forte modification des couverts végétaux est en cours au Bénin (Leroux, 2012), pays du Gap Dahoméen. Au Bénin, la couverture forestière nationale résiduelle estimée à

environ 4.311.000 ha (soit 39% de la superficie des terres émergées) est malheureusement soumise à de fortes pressions anthropiques (FAO, 2015). Selon la même source, les forêts primaires sont inexistantes au Bénin, les forêts régénérées naturellement représentent 4.288.000 ha et les forêts plantées occupent une superficie de 23.000 ha. Pourtant, entre 1940 et 1955, plusieurs massifs forestiers avaient été protégés par l'administration coloniale pour réduire la faible couverture forestière en colonie du Dahomey. Au nombre des massifs forestiers ayant joui de ce classement figure la forêt classée de la Lama située au Sud du Bénin, dont le noyau central constitue, selon Adjanohoun cité par Djego et Sinsin (2007), le dernier grand vestige de la forêt dense naturelle au Bénin. Cependant, cette forêt qui s'avère être un écosystème unique en raison de son substratum pédologique fait de vertisols et qui imposent une flore toute particulière n'échappe pas à la dégradation (Hounkpèvi et al., 2011).

En réalité, les enjeux d'une telle situation de dégradation peuvent être considérables. La perte de biodiversité peut non seulement altérer les changements de la structure et de la fonction des écosystèmes, mais aussi représenter la perte d'un héritage irremplaçable, potentiellement utile au développement durable. Dans le cas d'espèce,

il s'agit d'une aire qui jouit d'un statut de protection légale.

L'enjeu est donc double car selon Ngaryam (2016) cité par Ngaryam et Ignassou (2017), au-delà des raisons qui ont présidé la genèse et les approches de la gestion des aires protégées, tel que c'est le cas de la forêt classée de la Lama, celles-ci ont des impacts avérés sur leurs périphéries. Il est donc important de connaître les interrelations d'ordre écologique qui existent entre les formations du domaine protégé et celles de la périphérie. Selon, Sandjong Sani et al. (2013), les réserves protégées peuvent avoir des impacts sur la structuration des écosystèmes adjacents. Par contre, DeFries et al. (2005), pensent que l'exploitation des écosystèmes adjacents d'une réserve biologique donnée peut entraîner l'isolation de cet écosystème et constituer une menace sérieuse à la survie des formes de vie en place.

Depuis 1946, date de classement de la forêt de la Lama, la problématique de la gestion durable de ladite forêt continue de faire couler beaucoup d'encre. En dépit des nombreuses études déjà réalisées sur les formations forestières du domaine protégé, la présente étude a le souci d'analyser le fonctionnement des écosystèmes de la zone classée et de sa périphérie. Ainsi, l'étude se focalise sur l'examen du degré de stabilité des écosystèmes de la Lama à travers la caractérisation de la diversité et de la structure des groupements végétaux en relation avec les conditions écologiques du domaine protégé et des écosystèmes adjacents. Selon Ouédraogo (2006), la structure et la diversité des groupements végétaux constituent des indicateurs qui permettent d'analyser les tendances d'évolution qualitative et quantitative de la végétation.

MATERIEL ET METHODES

Milieu d'étude

Le milieu d'étude se localise au sud du Bénin, dans la Dépression de la Lama. La forêt de la Lama est à cheval sur les Départements de l'Atlantique, du Couffo et du Zou. Le milieu d'étude s'étend globalement entre 6°50'40" et 7°05'05" de latitude Nord et

entre 2°01'12" et 2°17'29" de longitude Est (Figure 1).

Le climat est de type subéquatorial avec quatre saisons alternées (deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches). La pluviosité moyenne annuelle est de 1123,5 millimètres tandis que la moyenne annuelle des températures a été de 30,28 °C. Quant à l'humidité relative moyenne mensuelle, elle est au-dessus de 60% au cours de l'année avec la valeur la plus élevée en Août (82,13%). Le réseau hydrographique du milieu d'étude est assez lâche et essentiellement composé de marigots et de cours d'eau irréguliers tels que Loué, Da, Hoho et Hlan vers lesquels le drainage de l'eau de pluie s'effectue lentement au travers du microrelief des vertisols.

La végétation du milieu d'étude est constituée (i) d'une forêt naturelle (portion du noyau central), (ii) les plantations forestières de *Tectona grandis* et *Gmelina arborea* de l'Office National du Bois (ONAB), (iii) les plantations du Projet Bois de Feu dans le secteur forestier de Toffo, (iv) les mosaïques de cultures et jachères et les savanes arbustives et arborées des terroirs riverains.

Echantillonnage et dispositif d'inventaire floristique

Cinquante-quatre points points-échantillons ont été choisis à partir d'un quadrillage systématique de la carte du secteur d'étude (Figure 2). Le quadrillage a consisté à réaliser un maillage de la carte du secteur d'étude en des grilles d'un Km² de superficie. Les coordonnées du centre de chaque maille ont ensuite été projetées sur le fond de la carte de la végétation de 2014 du secteur d'étude (Figure 3). Enfin, un échantillonnage aléatoire a été réalisé pour la sélection des points-échantillons, en tenant compte de la proportion des types de formations végétales du secteur d'étude (Tableau 1). La faible représentativité des points échantillonnés au niveau des formations forestières a eu comme conséquence sur la combinaison caractéristique des groupements végétaux de forêt, la prédominance des espèces des jachères pré-forestières au détriment des

espèces caractéristiques de la forêt dense sèche semi-décidue.

Les points-échantillons ont été considérés comme les centres des aires échantillon (placette) pour l'installation des dispositifs d'inventaire floristique. Sur le terrain, les coordonnées des points-échantillon ont été insérées dans le GPS et l'installation des placettes a été faite suite à la recherche de ces points sur le terrain.

Les relevés phytosociologiques ont été effectués selon la méthode sigmatiste de Braun-Blanquet (1932). La collecte des données s'est basée, du point de vue de la taille des placettes, sur les travaux effectués en milieu tropical par plusieurs auteurs (Oumorou, 2003 ; Wala, 2004 ; Djego, 2007 ; Toko Imorou, 2008 ; Arouna, 2012) qui ont utilisé des quadrilatères de surfaces variant entre 100 et 1000 m² selon les formations végétales et les strates. Dans la présente étude, les placettes circulaires ont été préférées du fait de la diversité des classes de végétation identifiées dans le secteur d'étude. Ainsi, les données phytosociologiques ont été collectées dans des placettes circulaires de 17 mètres de rayon, soit une superficie de 907 m² par placette. Le rayon de 17 mètres était le dimensionnement idéal pour éviter le chevauchement de certaines placettes (bordières) sur deux classes différentes de la végétation.

Quant aux données dendrométriques, elles concernent les ligneux de dbh \geq 10 cm et la hauteur totale des ligneux sur lesquels le dbh a été mesuré. Le diamètre des ligneux de dbh \geq 10 cm est mesuré à 1,30 m au-dessus du sol tandis que la hauteur totale est obtenue à l'aide du clinomètre par la méthode des visées.

Calcul des paramètres écologiques

Les principaux paramètres écologiques calculés sont les spectres bruts et pondérés des types phytogéographiques (White, 1986) et des types biologiques (Schnell, 1971), la richesse spécifique, l'indice de diversité de

Shannon, l'équitabilité de Pielou et l'indice de similitude de Jaccard. La Richesse spécifique (R) est le nombre d'espèces végétales recensées par placette. Cet indicateur est insuffisant pour mesurer la diversité spécifique car il ne permet pas de différencier des groupements qui comporteraient un même nombre d'espèces mais avec des effectifs différents. L'Indice de diversité de Shannon (H) exprime la diversité des espèces au sein des groupements végétaux. Il est calculé à partir de la formule suivante : $H = -\sum P_i \log_2 P_i$ avec $P_i = n_i/N$; n_i = nombre d'individus/espèce ; N = nombre d'individus /placette. H varie en général de 0 à 5.

Un indice de diversité de Shannon élevé correspond à des conditions du milieu favorables à l'installation de nombreuses espèces ; c'est le signe d'une grande stabilité du milieu (Dajoz, 1975). L'indice de diversité de Shannon est faible lorsque sa valeur est comprise entre 0 et 2 bits ; il est moyen si sa valeur est comprise entre 2 et 2,5 bits et élevé lorsque sa valeur est supérieure à 2,5 bits. L'équitabilité de Pielou (E) ou régularité est une mesure du degré de diversité atteint par le peuplement et correspond au rapport entre la diversité effective (H) et la diversité maximale théorique (Hmax) qui est égale à log à base 2 du nombre de taxons. Elle est ainsi déterminée à partir de la formule suivante : $E = H/H_{max}$. L'équitabilité de Pielou varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 si la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est presque représentée par le même nombre d'individus ou le même recouvrement. L'équitabilité de Pielou élevé peut être alors le signe d'un peuplement équilibré (Dajoz, 1985).

L'indice de similitude (Ij) de Jaccard (1901) calculé pour chacun des groupements végétaux a permis d'apprécier le degré de communauté desdits groupements afin d'en établir des similitudes entre eux. Sa formule est : $I_j = (C \times 100) / (A+B-C)$.

A = nombre d'espèces du groupement 1

B = nombre d'espèces du groupement 2

C = nombre d'espèces communes aux groupements 1 et 2

Si $I_j \geq 50\%$ alors les groupements 1 et 2 sont similaires.

Analyse des données structurales

Les données structurales concernent la structure en diamètre et la structure en hauteur des ligneux inventoriés dans les formations forestières de la zone d'étude. Les densités observées sont calculées par classe suivant la formule suivante :

$$d_{obsi} = \frac{n_i}{n_p S} \quad ; \quad d_{obsi} = \text{densité observée}$$

en arbres/ha de la classe i ;

n_i = nombre d'arbres dénombrés pour la classe i ;

n_p = nombre total de placettes considérées et s = superficie d'une placette en ha.

La distribution de Weibull à trois paramètres a été préférée car elle présente une grande variabilité de forme suivant les valeurs prises par ses paramètres. La distribution de Weibull à 3 paramètres (a, b et c) a pour fonction de densité de probabilité (Jonhson et Kotz, 1970) :

$$f(x) = \frac{c}{b} \left(\frac{x-a}{b}\right)^{c-1} \exp\left[-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c\right]$$

x = diamètre des arbres;

f(x) = valeur de densité de probabilité au point x;

a = paramètre d'origine (ou de position), il est égal à 0 si toutes les catégories d'arbres sont considérées (des plantules jusqu'aux semenciers), il est non nul si les arbres

considérés ont un diamètre supérieur ou égal à a ;

b = paramètre d'échelle ou de taille; il est lié à la valeur centrale des diamètres des arbres du peuplement considéré ;

c = paramètre de forme lié à la structure en diamètre considérée.

La distribution de Weibull peut prendre plusieurs formes selon la valeur du paramètre de forme c (Glèlè Kakaï et Bonou, 2010). L'estimation des paramètres a, b et c se fait à partir des données de diamètre et de hauteur des arbres grâce à un algorithme basé sur la méthode du maximum de vraisemblance disponible dans le logiciel Minitab 17. Les fréquences théoriques (fc) des différentes classes établies sont ensuite calculées. Les densités théoriques d'arbres des classes de diamètre et de hauteur sont alors calculées suivant la formule : $d_{thi} = \frac{n_a f_c}{n_p S}$ avec

d_{thi} la densité théorique en arbres/ha de la classe i ; n_a le nombre total d'arbres échantillonnés pour le peuplement considéré ; f_c est la fréquence théorique de la classe considérée ; n_p = nombre total de placettes considérées et s = superficie d'une placette en ha.

Enfin, le test de Mann-Whitney a été réalisé avec Minitab 17 pour vérifier s'il y a une différence significative au seuil de probabilité de 5%, de l'ajustement entre la distribution observée à la distribution de Weibull.

Tableau 1: Superficie, proportion et nombre de placettes par unité végétale.

N°	Unités végétales	Superficie (en ha)	Proportions (en %)	Nombre de points échantillons
1	Mosaïques de cultures et jachères	21675,45	43,34	20
2	Savanes arbustive et arborée	19173,26	38,34	15
3	Forêt dense sèche semi-décidue	4284,72	8,57	07
4	Jachères pré-forestières	4877,80	9,75	12
Total		50011,23	100	54

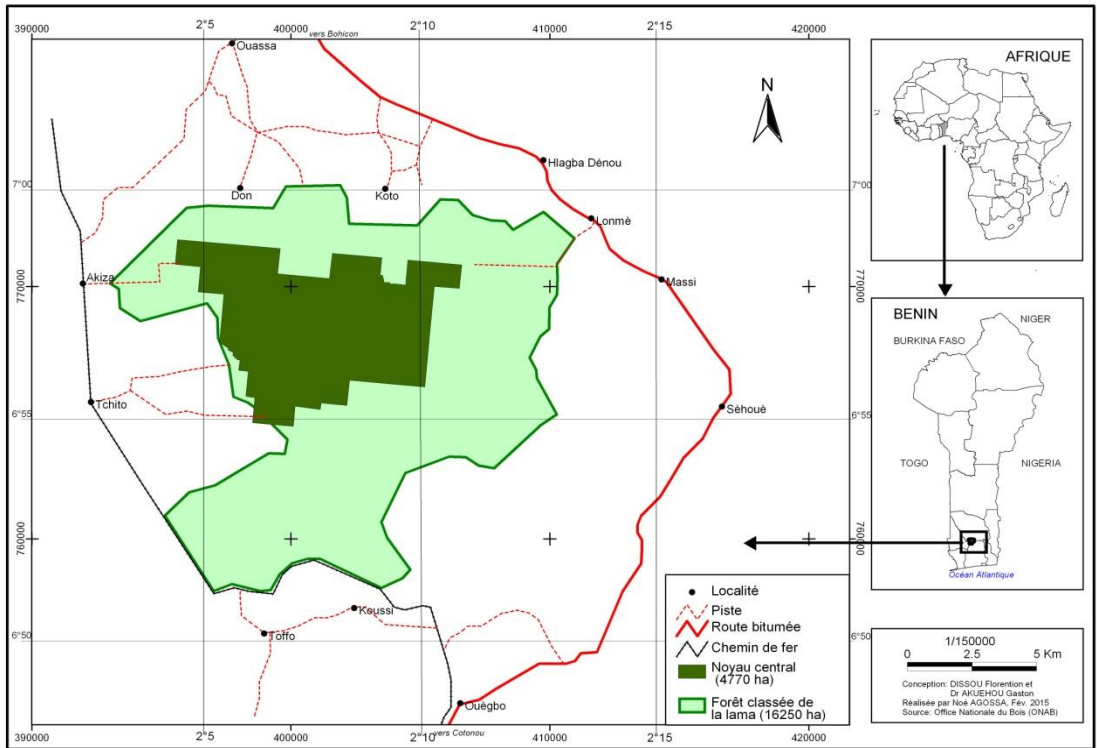


Figure 1: Localisation de la zone d'étude. Fond de carte topographique de l'IGN, 1992.

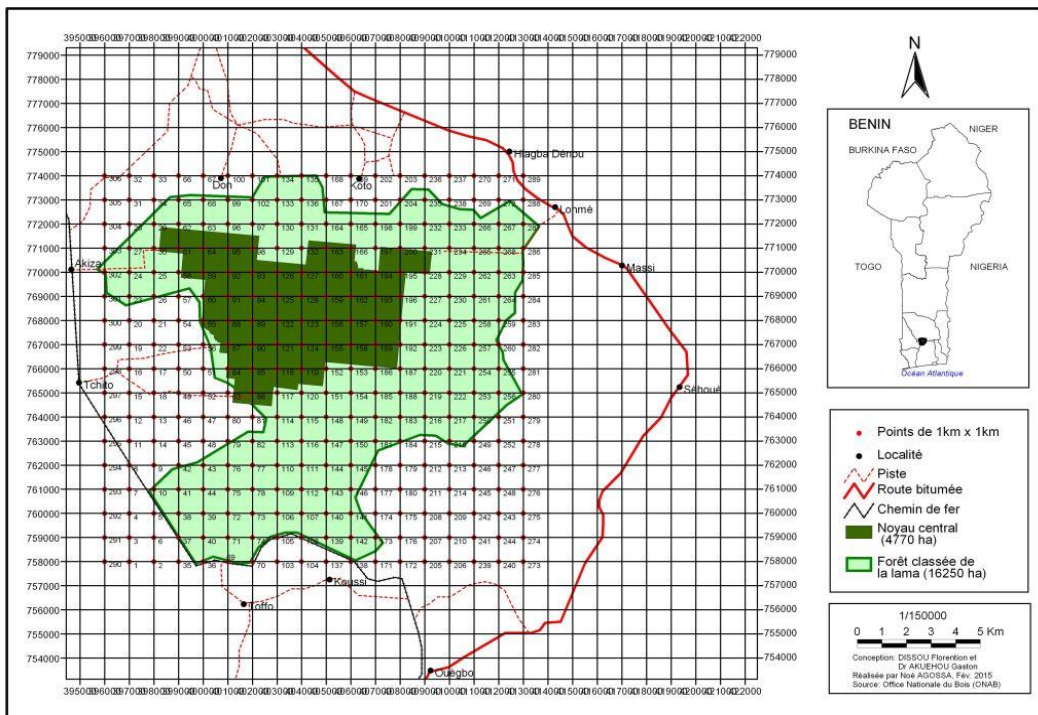


Figure 2: Maillage de la carte du secteur d'étude. Fond de carte topographique de l'IGN, 1992.

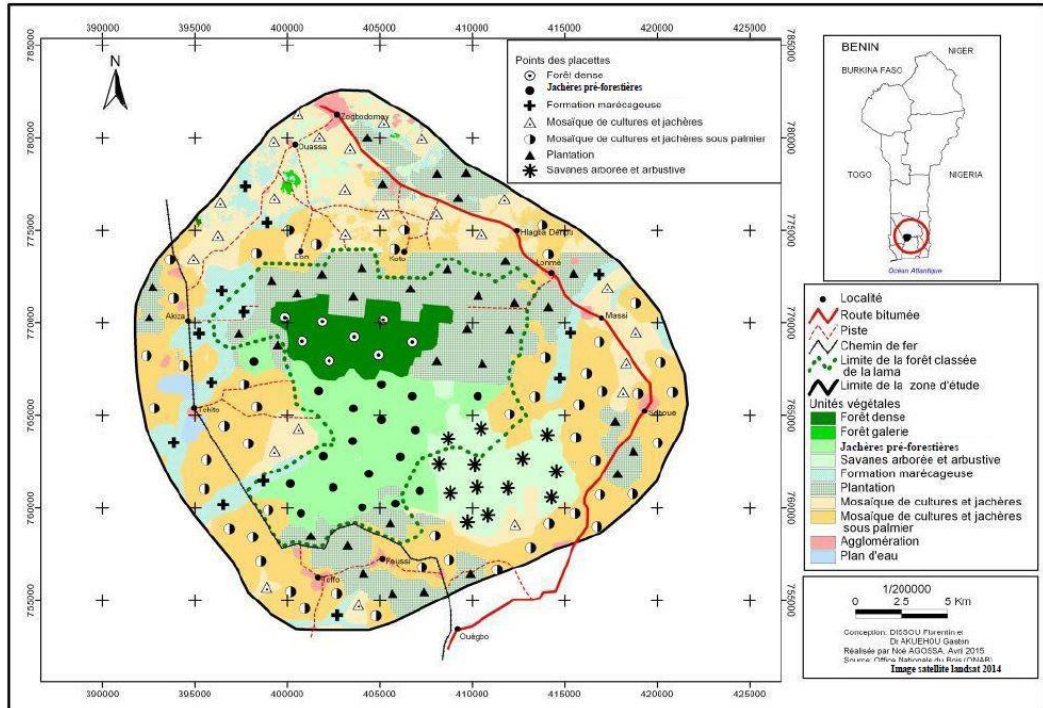


Figure 3: Projection des points sur fond de carte de la végétation de 2014. Fond de carte topographique de l'IGN, 1992.

RESULTATS

Diversité floristique des groupements végétaux

La composition spécifique de chacun des groupements végétaux se forme, en dehors des espèces caractéristiques qui donnent leur nom au groupement, d'un cortège d'espèces compagnes dont le nombre varie d'un groupement à un autre. Les groupements végétaux suivantes ont été identifiés : i) le groupement végétal à *Physalis angulata* et *Vernonia cinerea* des mosaïques de cultures sous palmiers ; ii) le groupement végétal à *Tridax procumbens* et *Mariscus flabelliformis* des mosaïques de cultures ; iii) le groupement végétal à *Commelina diffusa* et *Albizia adianthifolia* des mosaïques de cultures et jachères sous palmiers ; iv) le groupement végétal à *Imperata cylindrica* et *Pterocarpus erinaceus* des savanes arbustives et v) le groupement végétal à *Lonchocarpus sericeus* et *Culcasia scandens*. La richesse spécifique des groupements végétaux identifiés varie entre 68 et 95 espèces tandis que le nombre

d'espèces par relevé est compris entre 20 et 27 espèces. Quant au nombre total des familles identifiées par groupement, il est compris entre 32 et 40 familles. Concernant les indices de diversité de Shannon et le coefficient d'équitabilité de Pielou, leurs valeurs sont respectivement comprises entre 4,56 et 5,17 bits et entre 0,72 et 0,78. Le Tableau 2 présente la synthèse des indices de diversité des groupements végétaux étudiés.

Il ressort des analyses que les forêts denses sèches semi-décidues du domaine classé de l'Etat à *Lonchocarpus sericeus* et *Culcasia scandens* sont les plus pauvres en espèces (68 espèces, soit 20 espèces par relevé). Les plus grandes valeurs de richesse spécifique sont enregistrées dans les terroirs riverains, au sein des mosaïques de cultures sous palmiers à *Physalis angulata* et *Vernonia cinerea* (95 espèces, soit 27 espèces par relevé). Toutefois, les jachères pré-forestières et forêts denses sèches semi-décidues à *Lonchocarpus sericeus* et *Culcasia scandens* enregistrent, au même titre que les mosaïques

de cultures sous palmiers à *Physalis angulata* et *Vernonia cinerea*, les valeurs les plus élevées de l'indice de diversité de Shannon et le coefficient d'équitabilité de Pielou.

Spectres des types biologiques et des types phytogéographiques

Les types biologiques et phytogéographiques des groupements végétaux identifiés dans ont été illustrés au niveau des Figures 4 à 8.

L'analyse de ces groupements montre que les types biologiques des groupements végétaux identifiés se sont composés des chamephytes, des géophytes, des hemicryptophytes, des therophytes, des phanerophytes et des lianes. La prédominance des types biologiques varie en fonction de la nature des formations végétales au sein desquelles les relevés phytosociologiques ont été réalisés. Ainsi, le groupement végétal à *Physalis angulata* et *Vernonia cinerea*, le groupement végétal à *Tridax procumbens* et *Mariscus flabelliformis* et le groupement végétal à *Commelina diffusa* et *Albizia adianthifolia* des mosaïques de cultures et jachères sont dominés par les therophytes et les hemicryptophytes au détriment des phanerophytes qui prédominent au sein du groupement végétal à *Imperata cylindrica* et *Pterocarpus erinaceus* et du groupement végétal à *Lonchocarpus sericeus* et *Culcasia scandens* des savanes arbustives, jachères pré-forestières et forêts denses sèche semi-décidue.

En ce qui concerne les types phytogéographiques, les espèces les plus représentées ont été des espèces à large distribution (Pan, Pal, Aam, Am, PRA). Celles-ci sont suivies des espèces de liaison (SZ, At). La prédominance des espèces de l'élément base (G) était plus remarquable au sein du groupement végétal à *Lonchocarpus sericeus* et *Culcasia scandens* des jachères pré-forestières et forêts denses sèches semi-décidues. La prédominance des espèces à large distribution au sein des groupements végétaux identifiés peut être interprétée comme le signe d'une perturbation relative du milieu.

Degré de similitude des groupements végétaux

L'analyse du degré de similitude des groupements végétaux à travers l'indice de Jaccard (Tableau 3) révélait que le groupement végétal à *Physalis angulata* et *Vernonia cinerea* a les valeurs de richesse spécifique, d'indice de diversité de Shannon et d'équitabilité de Pielou les plus élevées. Quant au groupement végétal à *Lonchocarpus sericeus* et *Culcasia scandens*, il jouirait d'une stabilité et d'un niveau d'équilibre élevé du fait de la protection légale du noyau central de la forêt classée de la Lama. Cependant, il a la plus faible valeur de richesse spécifique. En effet, les strates arborescentes et herbacées des aires échantillons du groupement végétal à *Lonchocarpus sericeus* et *Culcasia scandens* ont été dominées par une ou deux espèces qui imposent leur physionomie à l'ensemble des espèces présentes dans le milieu. Les espèces les plus fréquentes et les plus dominantes de la strate arborescente sont *Lonchocarpus sericeus*, *Anogeissus leiocarpa* et *Dialium guineense* tandis que *Chromolaena odorata* et *Culcasia scandens* dominaient les strates. Les trois autres groupements ont des valeurs de richesse spécifique, d'indice de diversité de Shannon et d'équitabilité de Pielou plus ou moins proches les unes des autres.

De l'analyse du Tableau 3, il ressort que les cinq (5) groupements végétaux identifiés dans la Lama sont dissemblables au seuil de 50 %. Toutefois, les groupements G1, G2 et G3 établis dans les mosaïques de cultures et jachères sous palmiers sont proches les uns des autres du point de vue floristique.

Le groupement G4 partage très peu d'espèces communes avec les autres groupements car il était constitué en majorité d'espèces forestières arborescentes, ce qui n'est pas le cas chez les autres groupements réalisés en zones de culture, dans les formations post-culturelles, les jachères et savanes arbustives. La plupart des espèces communes aux types de formations sont des graminées ou des plantes suffrutescentes de sous-bois.

Caractérisation structurale des formations forestières

Structure en diamètre et en hauteur des peuplements globaux des formations forestières

Dans l'ensemble, les peuplements ligneux présentent globalement une allure en "J renversée". Cette allure est caractéristique des peuplements multi-spécifiques avec une valeur du paramètre de forme, c de la distribution de Weibull proche de 1.

Par ailleurs, les individus de plus petits diamètres (dbh compris entre 10 cm et 30 cm) sont les plus abondants. Les principales espèces de ces classes de diamètre sont respectivement *Lonchocarpus sericeus*, *Dialium guineense* et *Anogeissus leiocarpa*. Par contre, les individus à $50 \leq dbh \leq 100$ cm sont très faiblement représentés. Les espèces qui caractérisent ces classes de diamètre sont *Ceiba pentandra*, *Albizia zygia* et *Anogeissus leiocarpa*. Les individus de diamètres moyens ($30 \leq dbh \leq 50$) sont *Diospyros mespiliformis* et *Lonchocarpus sericeus*.

Concernant la structure en hauteur de tous les peuplements, elle a une allure en cloche dissymétrique gauche. Les individus les plus représentés à l'hectare sont ceux dont la hauteur est comprise entre 15 et 21 mètres. Les espèces les plus dominantes de cette classe sont respectivement *Lonchocarpus sericeus*, *Ceiba pentandra*, *Anogeissus leiocarpa* et *Diospyros mespiliformis*. Dans les classes de petites hauteurs comprises entre 5 et 15 mètres, ce sont les individus de *Lonchocarpus sericeus* et *Dialium guineense* qui sont les plus représentés. Les espèces de grande taille (hauteur supérieure à 20 mètres) sont *Diospyros mespiliformis*, *Albizia zygia*, *Anogeissus leiocarpa* et *Dialium guineense*. La Figure 9 présente les structures en diamètre et en hauteur de toutes les espèces de dbh ≥ 10 cm recensées dans les formations forestières.

Structure monospécifique des principales essences forestières

Structure en diamètre : Les six (6) espèces ligneuses les plus fréquentes dans les formations forestières étudiées sont respectivement *Lonchocarpus sericeus*, *Anogeissus leiocarpa*, *Dialium guineense*,

Ceiba pentandra, *Diospyros mespiliformis* et *Albizia zygia*.

Il ressort de l'analyse de la Figure 10 que la structure en diamètre de ces espèces a une allure en forme de cloche, caractéristique des peuplements monospécifiques. Les peuplements de *Lonchocarpus sericeus*, *Albizia zygia*, *Ceiba pentandra* et *Anogeissus leiocarpa* présentent une dissymétrie gauche, témoin de la forte densité relative des jeunes individus ou des individus de petits diamètres. Concernant le peuplement de *Diospyros mespiliformis*, l'abondance des individus de grands diamètres (dbh > 30 cm) permet d'atténuer la dissymétrie gauche.

Structure en hauteur : Les structures en hauteur des espèces ligneuses les plus fréquentes dans les formations forestières sont illustrées dans la Figure 11. L'analyse des structures en hauteur des espèces montrait une allure en cloche toutes dissymétriques soit à gauche (*Lonchocarpus sericeus*, *Diospyros mespiliformis*, *Dialium guineense*), soit à droite (*Ceiba pentandra*, *Albizia zygia*, *Anogeissus leiocarpa*).

Au niveau de l'espèce *Lonchocarpus sericeus*, la dissymétrie est moins perceptible car les densités les plus élevées sont comprises dans les classes moyennes (entre 11 et 19 mètres). Concernant l'espèce *Ceiba pentandra*, les classes de hauteur les plus denses sont celles comprises entre 15 et 21 mètres. Quant à l'espèce *Albizia zygia*, les individus de hauteurs comprises entre 25 et 27 mètres sont les plus abondants. Ils sont suivis des individus de classes comprises entre 15 et 23 mètres. Pour ce qui est de l'espèce *Diospyros mespiliformis*, les individus les plus abondants sont regroupés dans les classes comprises entre 17 et 19 mètres et entre 19 et 21 mètres. Ensuite, les valeurs de densité de *Dialium guineense* sont plus ou moins bien réparties dans les petites classes comme dans les grandes classes de hauteurs. Toutefois, la classe de hauteur la plus dense est la classe de 25 à 27 mètres. Enfin, concernant *Anogeissus leiocarpa*, les individus de grandes tailles (25 à 27 mètres) sont les plus abondants. Ils sont suivis des individus de tailles moyennes comprises entre 15 et 23 mètres.

Tableau 2 : Diversité floristique des groupements végétaux identifiés.

Groupements végétaux	Richesse spécifique (R)	Nombre moyen d'espèces par relevé	Nombre de familles	Indice de diversité de Shannon (H)	Coefficient d'équitabilité de Pielou (E)
Mosaïques de cultures sous palmiers à <i>Physalis angulata</i> et <i>Vernonia cinerea</i>	95	27 (3)	40	5,17 (0,07)	0,78 (0,01)
Mosaïques de cultures à <i>Tridax procumbens</i> et <i>Mariscus flabelliformis</i>	71	23 (8)	36	4,71 (0,08)	0,77 (0,01)
Mosaïques de cultures et jachères sous palmiers à <i>Commelina diffusa</i> et <i>Albizia adianthifolia</i>	69	25 (2)	32	4,56 (0,09)	0,75 (0,01)
Savanes arbustives à <i>Imperata cylindrica</i> et <i>Pterocarpus erinaceus</i>	89	26 (7)	39	4,66 (0,08)	0,72 (0,01)
Jachères pré-forestières et forêts denses sèches semi-décidues à <i>Lonchocarpus sericeus</i> et <i>Culcasia scandens</i>	68	20 (5)	37	4,76 (0,09)	0,78 (0,01)

NB : Les valeurs entre parenthèses représentent les écarts-types

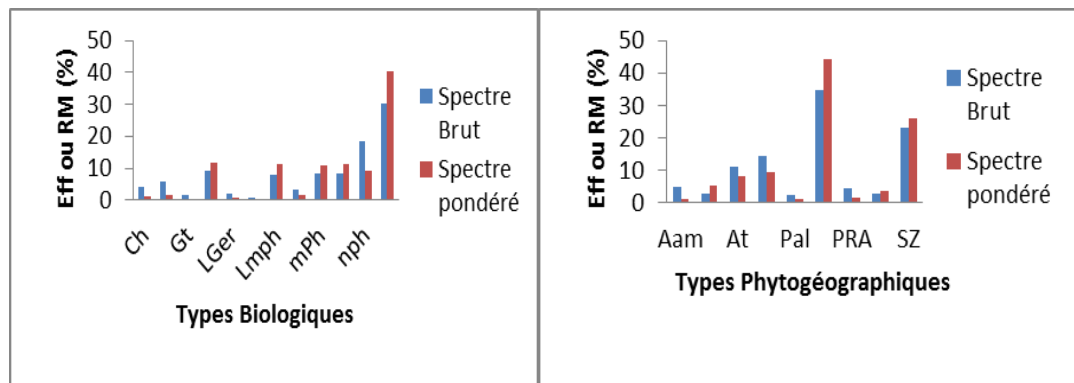


Figure 1 : Spectres des types biologiques et des types phytogéographiques du groupement végétal à *Physalis angulata* et *Vernonia cinerea*.

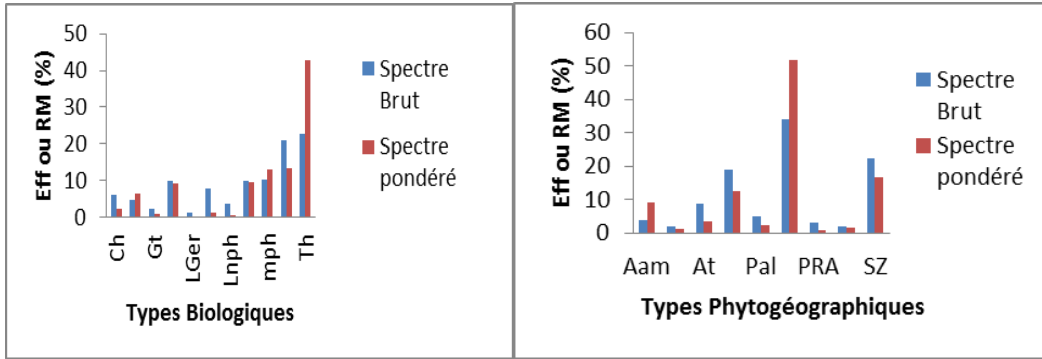


Figure 5 : Spectres des types biologiques et des types phytogéographiques du groupement végétal à *Tridax procumbens* et *Mariscus flabelliformis*.

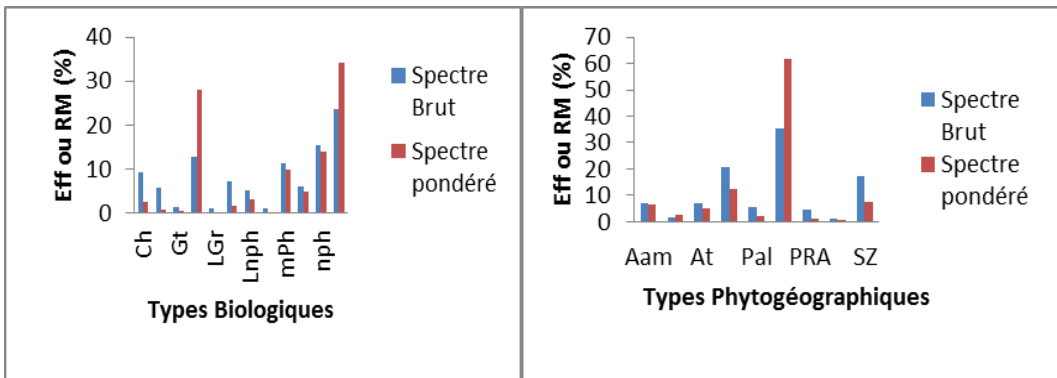


Figure 6 : Spectres des types biologiques et des types phytogéographiques du groupement végétal à *Commelina diffusa* et *Albizia adianthifolia*.

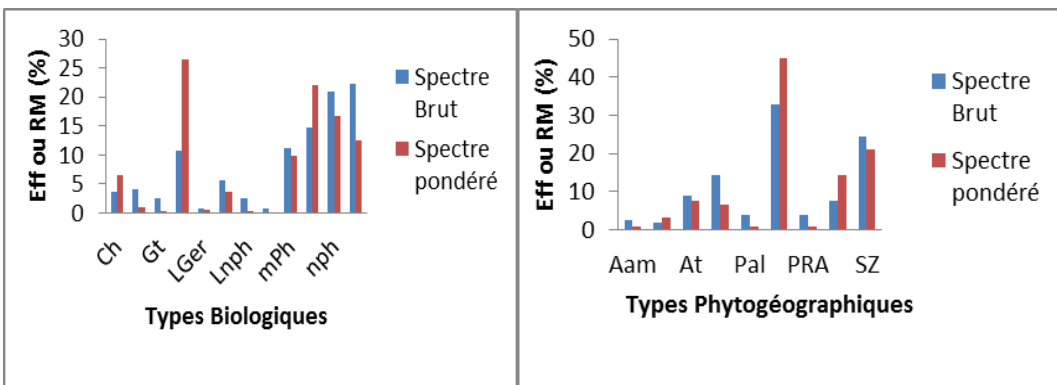


Figure 7 : Spectres des types biologiques et des types phytogéographiques du groupement végétal à *Imperata cylindrica* et *Pterocarpus erinaceus*.

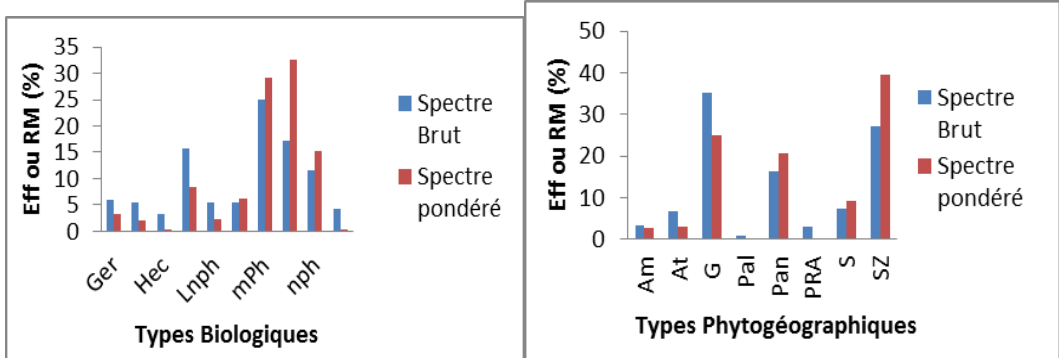


Figure 8 : Spectres des types biologiques et des types phytogéographiques du groupement végétal à *Lonchocarpus sericeus* et *Culcasia scandens*.

Tableau 3 : Indice de similitude de Jaccard des groupements végétaux.

	G1	G2	G3	G4	G5
G1					
G2	62,745098				
G3	45,1327434	53,8461538			
G4	20,7407407	15,8333333	19,1304348		
G5	48,3870968	46,7889908	47,6635514	18,9393939	

G1 : Groupement végétal à *Physalis angulata* et *Vernonia cinerea*
 G2 : Groupement végétal à *Tridax procumbens* et *Mariscus flabelliformis*
 G3 : Groupement végétal à *Commelina diffusa* et *Albizia adianthifolia*
 G4 : Groupement végétal à *Lonchocarpus sericeus* et *Culcasia scandens*
 G5 : Groupement végétal à *Imperata cylindrica* et *Pterocarpus erinaceus*

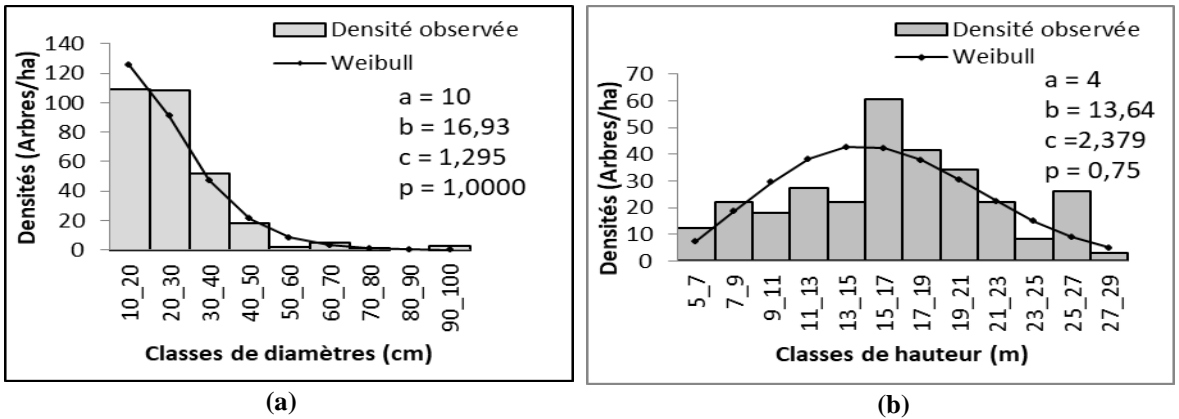
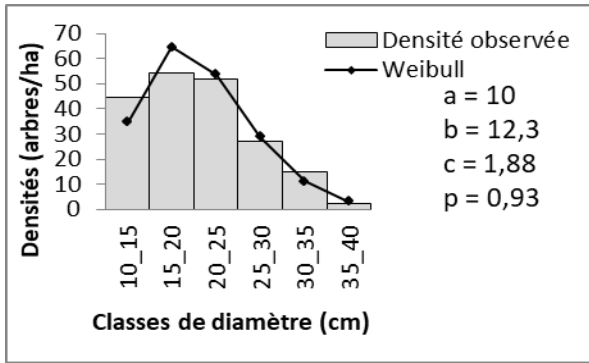
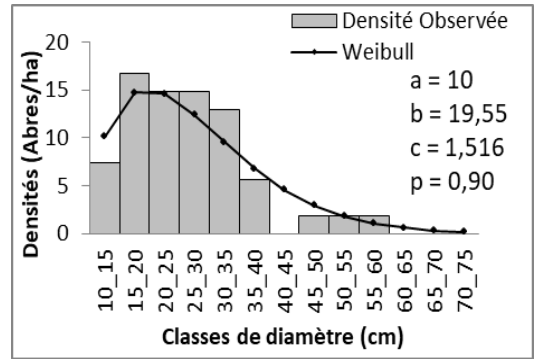


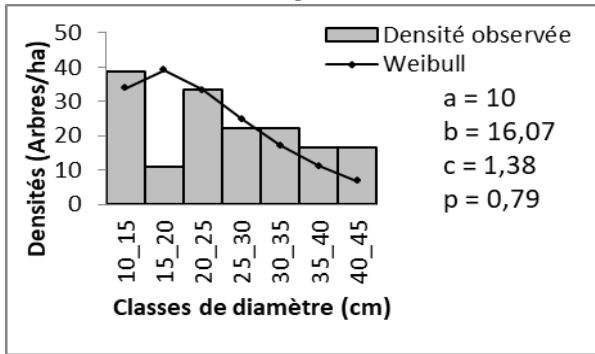
Figure 9 : Structures en diamètre (a) et en hauteur (b) du peuplement global.



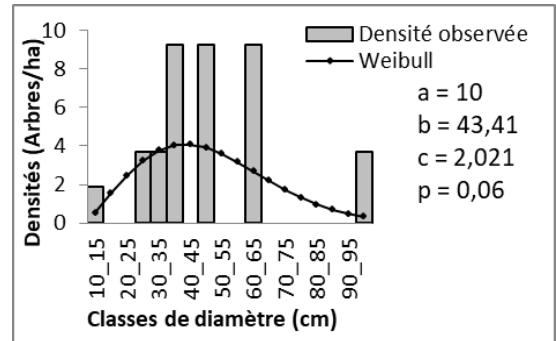
Lonchocarpus sericeus



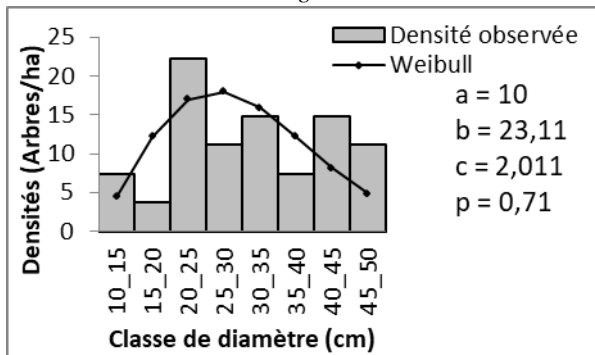
Anogeissus leiocarpa



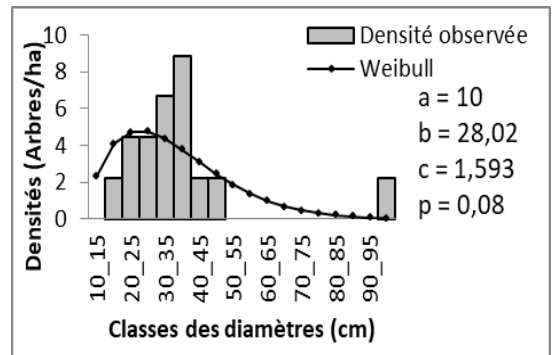
Dialium guineense



Ceiba pentandra

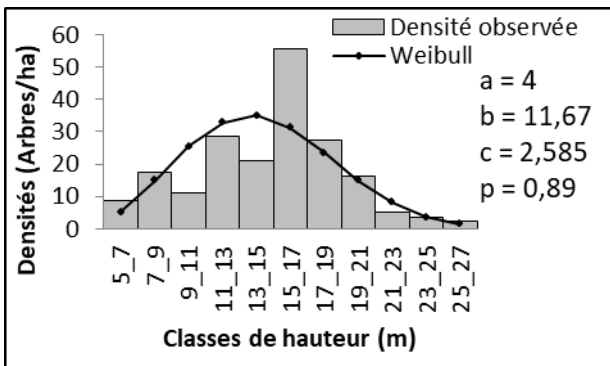


Diospyros mespiliformis

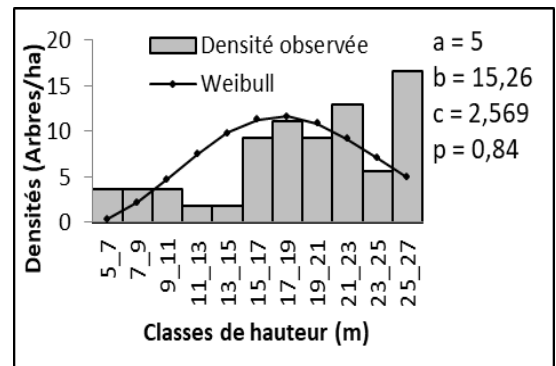


Albizia zygia

Figure 10 : Structures en diamètre des principales essences forestières des peuplements.



Lonchocarpus sericeus



Anogeissus leiocarpa

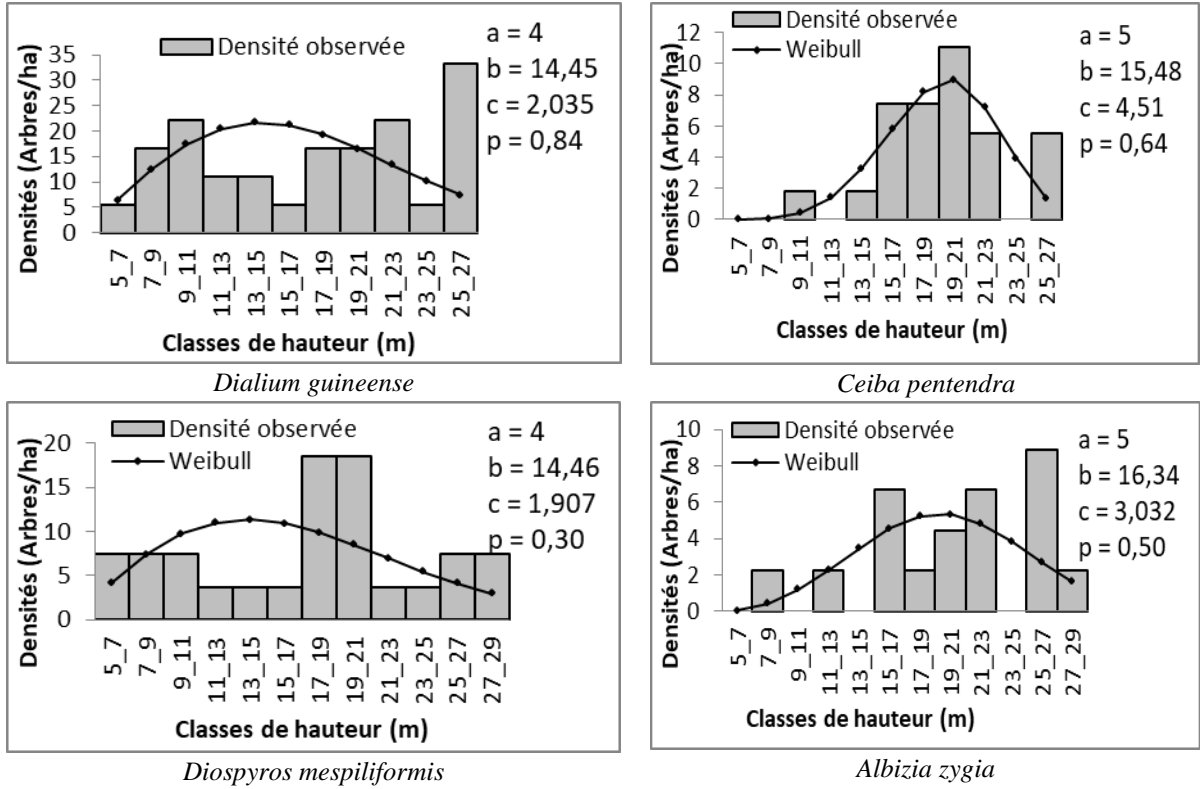


Figure 11 : Structures en hauteur des principales essences forestières des peuplements.

Tableau 4 : Comparaison des indices de diversité dans différents milieux au Bénin.

Indices	Auteurs					
	Présente étude	Arouna (2012)	Houkpevi et al. (2011)	Toko Imorou (2008)	Bonou et al. (2009)	Ganglo (2005)
Richesse spécifique (espèces/placette)	19 – 27	16 – 41	4 – 40	32 – 46	16 – 21	26 – 39
Indice de diversité de Shannon (bits)	4,56 – 5,17	2,09 3,72	– 1,1 – 4,04	2,61 – 3,34	2,4 – 3,4	1,89– 2,40
Équitabilité de Pielou	0,71 – 0,78	0,78 0,81	– 0,22 – 0,57	0,82 – 0,88	0,6 – 0,8	0,39à 0,49

DISCUSSION

Diversité floristique et stabilité des groupements végétaux

Le nombre total d'espèces des groupements végétaux identifiés varie de 68 à 95 espèces. Les chiffres concernent tous les

relevés effectués aussi bien dans la zone protégée que dans les écosystèmes adjacents à la réserve biologique de la Lama. Les résultats obtenus ont montré une évidence de la composition floristique des groupements végétaux identifiés d'une part dans la forêt

classée et d'autre part dans les écosystèmes adjacents (savanes arbustives ; mosaïques de cultures et jachères). La zone classée et protégée est une zone forestière dominée principalement par des essences telles que *Lonchocarpus sericeus*, *Anogeissus leiocarpa*, *Albizia zygia* et *Dialium guineense* jachères pré-forestières et forêts denses sèches semi-décidues. Toutefois, cette composition floristique qui caractérise les jachères pré-forestières est loin de représenter l'ensemble de la flore de la forêt classée de la Lama. En effet, l'échantillonnage réalisé pour la collecte des données de la présente étude n'a pas favorisé une grande représentativité des espèces de la forêt dense sèche semi-décidue. Les autres espèces manquantes (sous-exprimées) sont, entre autres, *Mimusops andongensis*, *Lecaniodiscus cupanioides* et *Afzelia africana*.

Il ressort que dans l'ensemble, les différentes valeurs de richesse spécifique et les indices de diversité de la présente étude sont plus ou moins proches des résultats des études indiquées dans le Tableau 4. Toutefois, l'analyse des données a permis de constater quelques différences entre ces valeurs. Du point de vue de la richesse spécifique, les résultats de la présente étude sont proches de ceux de Bonou et al. (2009) et Ganglo (2005) réalisés dans la Lama ainsi que de ceux de Arouna (2012) et Toko (2008) réalisés respectivement dans la Commune de Djidja et dans le Bassin Supérieure du Fleuve Ouémé. Cependant, la richesse spécifique de la forêt à *Diospyros mespiliformis* et *Dialium guineense* de la réserve de Massi de la Lama (Hounkpevi et al., 2011) est nettement inférieure à celle de la présente étude.

Concernant la diversité des milieux étudiés, il ressort que le milieu d'étude a une diversité nettement supérieure à celle des études indiquées dans le Tableau 3. Quant à l'équitabilité de Pielou, les groupements végétaux décrits dans la présente étude sont similaires aux groupements décrits par Arouna (2012) et Toko (2008) tandis qu'ils se distinguent, de ceux des études réalisées dans le périmètre de bois de feu de la Lama (Ganglo, 2005) d'une part, et de ceux

formations végétales hébergeant *Afzelia africana* dans la forêt classée de la Lama (Bonou et al., 2009) d'autres part.

Les espèces à large distribution géographique (Aam, Am, Pal, Pan et PRA) sont les plus dominantes dans la plupart des groupements végétaux. Ces types phytogéographiques sont souvent accompagnés des espèces de liaison (At, SZ).

La forte dominance des espèces à large distribution géographique traduit une forte perturbation des milieux étudiés. La représentation des espèces à large distribution varie de 23,67% à 54,01% au niveau du spectre brut et de 23,36% à 74,28% au niveau du spectre pondéré contre une variation de 22,15% à 34,21% et 12,46% à 42,64% respectivement au niveau du spectre brut et du spectre pondéré des espèces de liaison. Quant aux espèces de l'élément base, elles sont faiblement représentées dans tous les groupements végétaux. Leur représentation au niveau du spectre brut varie de 14,16% à 35,27% et de 6,69 à 24,87% au niveau du spectre pondéré. Toutefois, la principale remarque est que la prépondérance des espèces de l'élément base a été constatée au niveau du groupement végétal à *Lonchocarpus sericeus* et *Culcasia scandens* dont tous les relevés ont été réalisés dans les jachères pré-forestières et en forêt dense sèche semi-décidue. Les jachères pré-forestières et la forêt dense sèche semi-décidue se localisent dans le noyau central de la forêt classée de la Lama qui bénéficie d'une protection légale, ce qui lui garantit un haut niveau d'équilibre. Par contre, la prépondérance des espèces à larges distribution dans les autres groupements végétaux (systèmes de culture, savanes arborées et arbustives) serait due aux actions anthropiques (Donkpegan, 2008). En effet, pour cet auteur, l'importance des espèces à large distribution peut s'expliquer par la pression de pâturage et le piétinement des animaux à la recherche des points d'eau au niveau des terroirs où s'amplifient les activités agropastorales.

Quant aux types biologiques, l'analyse de leur spectre brut et pondéré permet de comprendre l'ensemble des facteurs

écologiques de la flore d'une région. Les types biologiques les plus dominants dans les terroirs riverains sont les thérophytes. Leur représentation varie de 22,22% à 30,40% au niveau du spectre brut et de 12,48% à 42,74% au niveau du spectre pondéré. Dans les écosystèmes forestiers, les thérophytes sont quasiment absents (4,18% du spectre brut contre 0,33% du spectre pondéré). Selon Azihou (2008), le recouvrement élevé des thérophytes est un indicateur de dégradation au sein des groupements végétaux. Cette dégradation s'explique par la prépondérance des activités agropastorales en milieu riverain du secteur d'étude. Dans les écosystèmes forestiers de la zone protégée, il existe un grand nombre de phanérophytes (59,53% du spectre brut contre 83,32% du spectre pondéré) et de lianes (21,39% du spectre brut contre 10,66% du spectre pondéré) qui reflètent bien la physionomie et le fonctionnement de ces écosystèmes.

Caractéristiques structurales des formations forestières

Etant donné que les terroirs adjacents à la réserve protégée de la Lama sont dominés par des formations fortement anthropisées (mosaïques de cultures, jachères et plantations), tous les relevés réalisés au niveau des écosystèmes de cette zone n'ont pas permis de collecter des données dendrométriques devant servir à l'étude de la structure des groupements végétaux. Les résultats présentés ici sont donc issus des données collectées dans les jachères pré-forestières et forêts denses sèches semi-décidues du domaine protégé (forêt classée de la Lama).

Les caractéristiques structurales des groupements végétaux étudiés ont montré que dans l'ensemble, la répartition par classes de diamètre des arbres s'accorde bien avec les résultats obtenus par Bonou et al. (2009), Fandohan et al. (2010) et Arouna (2012). En effet, les peuplements ligneux ont présenté dans leur globalité une structure en "J renversée" qui caractérise les peuplements multispécifiques. Quant aux principales espèces rencontrées dans les milieux

forestiers, leur allure se présente en forme de cloche, caractéristique des peuplements monospécifique. Toutefois, l'allure en cloche observée au niveau des structures en hauteur montre une prédominance des arbres de hauteurs moyennes ($15 \leq h \leq 21$ mètres). Ce constat a été respectivement observé par Bonou et al. (2009) dans le Noyau central de la forêt classée de la Lama et par Morou et al. (2016) dans les parcs agroforestiers du terroir de Dan Saga au Niger. Par ailleurs, une comparaison entre les résultats de la densité des arbres par classe de diamètre de *Lonchocarpus sericeus* et *Anogeissus leiocarpa* montre une forte similitude avec les résultats obtenus par Gbetoho et al. (2016) dans le même secteur d'étude. En effet, les peuplements de ces deux essences forestières sont dominés par des individus de diamètres globalement compris entre 10 et 25 cm (*Lonchocarpus sericeus*) et entre 10 et 35 cm (*Anogeissus leiocarpa*). La seule espèce qui présente une forte densité des grandes classes de diamètre est *Ceiba pentandra*. Le diamètre de certains individus de cette essence avoisine dans certains cas 100 cm, ce qui est très rare au niveau des autres espèces décrites dans la présente étude.

Conclusion

Au total, l'étude sur l'écologie et la structure des écosystèmes de la Lama permet d'identifier et de caractériser cinq groupements végétaux. Il ressort que les jachères pré-forestières et la forêt dense sèche semi-décidue du domaine classé sont moins riches en espèces que les mosaïques de cultures et jachères et les savanes arbustives des terroirs riverains. Les forêts naturelles sont dominées par une minorité d'essences forestières régulièrement distribuées qui imposent leur physionomie à l'ensemble du massif. Toutefois, l'analyse des indices de diversité des différents groupements végétaux montre qu'aussi bien les terroirs riverains que la forêt classée jouissent d'une stabilité relative. Par ailleurs, la prédominance des espèces à large distribution géographique et des espèces de liaison dans toutes les

formations végétales étudiées témoigne de la perturbation écologique de ces milieux.

Sur le plan structural, les essences forestières à grand diamètre telles que *Ceiba pentandra* et *Albizia zygia* sont très faiblement représentées contrairement aux espèces à petit diamètre ($10 \leq dbh \leq 30$ cm) telles que *Lonchocarpus sericeus*, *Dialium guineense* et *Anogeissus leiocarpa* qui ont une forte densité à l'hectare. La gestion durable du domaine classée doit nécessairement intégrer les processus naturels qui s'opèrent dans les écosystèmes adjacents.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTION DES AUTEURS

SONF est l'investigateur principal. Il s'est occupé de l'analyse et de la rédaction de l'article ; EFD a contribué à la collecte, au dépouillement et à l'analyse des données ; GSA a fourni les informations de base sur la forêt de la Lama. Il a aussi travaillé de connivence avec BAHT dans le traitement des données écologiques. MB a contribué à la lecture et à la correction de l'article.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont particulièrement à l'endroit du Centre d'Etudes, de Recherche et de Formation Forestière (CERF), sis à Cotonou-Bénin, qui a mis à notre disposition du matériel et du personnel qualifié pour la réalisation des investigations sur le terrain et au laboratoire.

REFERENCES

Arouna O. 2012. Cartographie et modélisation prédictive des changements spatio-temporels de la végétation dans la Commune de Djidja au Bénin : implications pour l'aménagement du territoire. Thèse de doctorat unique, Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, p. 246.

Azihou AF. 2008. Influence de l'éléphant (*Loxodonta africana*) sur la structure des

formations végétales et la disponibilité des espèces végétales appréciées par d'autres herbivores dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari au Bénin. Thèse d'ingénieur agronome. Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, p.84.

- Bonou W, Glèlè Kakai R, Assogbadjo AE, Fonton HN, Sinsin B. 2009. *Characterisation of Afzelia africana Sm. Habitat in the Lama Forest Reserve of Benin*. Forest Ecology and Management. FORECO-11676.
- Bouletreau M, Aulagnier S, Casas J, Denys C, Feral JP, Gattuso JP, Gautier N, Gibert J, Guiot J, Houllier F, Koella J, Milhomme H, Monfort P, Moreteau B, Pinay G, Riera B, Shykoff J, Thery M, Veuille M, Vianey-Liaud M, Weiss-Bertay F. 2004. Diversité Biologique – populations – écosystèmes et évolution. Rapport de conjuncture 2004.
- Braun-Blanquet J. 1972. *Plant sociology: The Study of Plant Communities* (Facsimile of the edition of 1932, translated by Fuller GD, Conard HS). Hafner Publishing Company: New York; 439p.
- Dajoz R. 1985. *Précis d'Ecologie*. Bordas : Paris, France, p. 504.
- Dajoz R. 1975. *Précis d'Ecologie* (4^e éd.). Gauthiers-Villars : Paris ; 503p.
- DeFries R, Hansen A, Newton AC, Hansen MC. 2005. Increasing isolation of protected areas in tropical forests over the past twenty years. *Ecological Applications*, **15**: 19-26.
- Djogo JG. 2007. Phytosociologie de la végétation de sous-bois et impacts écologiques des plantations de forestières sur la diversité floristique au sud et au centre Bénin. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, p.329.
- Djogo JG, Sinsin B. 2007. Structure et composition floristique de la forêt classée de la Lama. Ouvrage issu du

- séminaire de Parakou (Bénin), 14-19 avril 2003, « Quelles aires protégées pour l'Afrique de l'Ouest? Conservation de la biodiversité et développement ». 353-368.
- Donpkegan ALS. 2008. Etude ethnobotanique quantitative et écologique du *Pentadesma butyracea* Sabine dans la commune de Toucountouna. Mémoire d'Ingénieur des Travaux, Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, p.55 + annexes.
- Fandohan AB, Assogbadjo AE, Glèlè Kakaï RL, Sinsin B, Van Damme P. 2010. Impact of habitat type on the conservation status of tamarind (*Tamarindus indica* L.) populations in the W National Park of Benin. *Fruits*, **65** : 9. DOI: 10.1051/fruits/2009037www.fruits-journal.org
- Ganglo CJ. 2005. Groupements de sous-bois, identification et caractérisation des stations forestières : cas d'un bois au Bénin. *Bois et Forêts des Tropiques*, **285**(3): 12.
- Gbetoho AJ, Aoudji AKN, Koura K, Gourlet-Fleury S, Kenfack D, Cannière DC, Ganglo JC. 2016. Floristic and structural changes in secondary forests following agricultural disturbances: the case of Lama forest reserve in Southern Benin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(4): 1602-1616. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i4.13>
- Ginisty C. 2008. Mélanger les peuplements pour une forêt plus riche, voire plus résistante au changement climatique. Le thème de recherche BIOFOR, Cemagref, p.5.
- Glèlè Kakaï R, Bonou W. 2010. Modélisation et interprétation des structures en diamètre et en hauteur des peuplements forestiers, note de recherche, Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, p.21.
- Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC). 2002. Les changements climatiques et la biodiversité, p.89.
- Houkpèvi A, Yévidé ASI, Ganglo JC, Devineau JL, Azontonde AH, Adjakidje V, Agbossou EK, Foucault DB. 2011. Structure et écologie de la forêt à *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex A. DC. et à *Dialium guineense* Willd. de la réserve de Massi (La Lama), Bénin. *Bois et Forêts des Tropiques*, **308**(2): 14.
- Jaccard P. 1901. Distribution de la flore alpine dans le bassin des Dranes et dans quelques régions voisines. *Bull. Soc. Vaudoises Sci. Nat.*, **37**: 31.
- Johnson NL, Kotz S. 1970. *Distributions in Statistics: Continuous Univariate distributions*. John Wiley & Sons: New York; 162.
- Leroux L. 2012. Analyse diachronique de la dynamique paysagère sur le bassin supérieur de l'Ouémé (Bénin) à partir de l'imagerie Landsat et MODIS – Cas d'étude du communal de Djougou. Hydrosciences Montpellier, ANR ESCAPE, p.62.
- Morou B, Ounani H, Amadou-Oumani A, Diouf A, Guero C, et Mahamane A. 2016. Caractérisation de la structure démographique des ligneux dans les parcs agroforestiers du terroir de Dan Saga (Aguié, Niger). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(3): 1295-1311. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i3.31>
- Ngaryam B. 2016. Problématique de gestion durable de la biodiversité au Tchad : impacts des aires protégées sur les zones périphériques – cas des parcs nationaux de Manda et de Sena oura ». Thèse de doctorat Université Paris 8, Saint Denis, p.365.
- Ngaryam B, Ignassou AD. 2017. Comment les aires protégées structurent les écosystèmes des périphéries. *Int. J. Biol.*

- Chem. Sci.*, **11**(5): 2225-2242. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i5.22>
- FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture). 2015. *Évaluation des Ressources Forestières Mondiales 2015. Répertoire de Données de FRA 2015*. FAO: Rome, Italie ; 253.
- Ouédraogo A. 2006. Diversité et dynamique de la végétation ligneuse de la partie orientale du Burkina Faso. Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou, Ouagadougou, p.196.
- Oumorou M. 2003. Etudes écologique, floristique, phytogéographique et phytosociologique des inselbergs du Bénin. Thèse de Doctorat en Sciences. Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, p.216.
- Pramova E, Locatelli B, Djoudi H, Somorin OA. 2012. Le rôle des forêts et des arbres dans l'adaptation sociale à la variabilité et au changement climatiques. Brief, CIFOR, n°.14.
- Sandjong Sani RC, Ntoupka M, Ibrahima A, Vroumsia T. 2013. Etude écologique du Parc National de Mozogo-Gokoro (Cameroun): prospections préliminaires de la flore ligneuse et du sol pour sa conservation et son aménagement. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **7**(6): 2434-2449. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i6.21>.
- Schnell R. 1971. *Introduction à la Phytosociologie des Pays Tropicaux. Les Milieux, les Groupements Végétaux*. Gauthier – Villars, Paris ; 449.
- Toko I. 2008. Etude de la variabilité spatiale de la biomasse herbacée, de la phénologie et de la structure de la végétation le long des toposéquences du bassin supérieur du fleuve Ouémé au Bénin. Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi. P.241.
- Wala K. 2004. La végétation de la chaîne de l'Atakora au Benin : diversité floristique, phytosociologie et impact humain. Thèse de doctorat, Université de Lomé, Lomé, p.140.
- White F. 1986. La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique. UNESCO /AEFTAT / UNSO-ORSTOM ; Unesco, p.384.