

Indentification et caractérisation des formations végétales exploitées par l'éléphant *Loxodonta africana* dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari au Nord-Ouest de la République du Bénin

Tehou C. Aristide,^{1,2,*} Kossou Eric,² Mensah G. Apolinaire,³ Houinato Marcel² and Sinsin Augustin Brice²

¹ Projet W-Arly-Pendjari, 02 B.P. 527, Cotonou 01, République du Bénin

* tehouaristide@yahoo.fr

² Laboratoire d'Ecologie Appliquée/FSA/UAC, 01 B.P. 526 Recette Principale, Cotonou 01, République du Bénin

³ Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, 01 B.P. 2359, Recette Principale, Cotonou 01, République du Bénin

Résumé

Les formations végétales de la Réserve de Biosphère de la Pendjari (RBP) sont soumises à une utilisation permanente par la population des éléphants. Ces formations représentent une importante source d'alimentation pour la faune en général et en particulier pour les éléphants mais aussi une source d'approvisionnement en viande de gibier et autres produits forestiers non ligneux pour les populations riveraines. Peu de données scientifiques existent sur les relations entre les formations végétales exploitées par les éléphants et les éléphants dans la RBP. Les objectifs de l'étude sont les suivants: identifier les différentes zones exploitées par les éléphants ; caractériser les différentes formations végétales exploitées par les éléphants ; et évaluer les dégâts occasionnés par les éléphants sur ces formations. La méthode de Braun-Blanquet a été utilisée pour les relevés phytosociologiques. Les matrices des données collectées à partir des relevés ont été traitées avec le logiciel STATISTICA. Le dendrogramme a été obtenu à l'aide du logiciel STATISTICA par la méthode de Ward sur la base des distances euclidiennes pour définir les groupements végétaux. La surface terrière, la structure verticale et la structure horizontale ont été les paramètres dendrométriques calculés. L'ensemble des données a été soumis au test de Monté Carlo pour analyser les corrélations entre les facteurs environnementaux et les différentes phytocénoses exploitées par les éléphants dans le but d'évaluer l'impact des éléphants sur les formations végétales. Les résultats ont montré que les zones de Porga et d'Arly étaient des zones de forte concentration en éléphants, tandis que celles de Batia et Konkombri étaient des zones de faible concentration en éléphants. Sur les 61 relevés x 183 espèces effectués sur l'ensemble des zones identifiées, le dendrogramme a fait ressortir 5 groupements végétaux discriminés suivants les facteurs type de formations végétales, niveau de dégradation due à la densité en éléphants et la superficie des zones abritant ces groupements. La structure verticale observée était une distribution s'ajustant dans l'ensemble à une distribution en cloche de Gauss. La structure horizontale était en J renversé et traduisant une formation naturelle. Selon la typologie des dégâts occasionnés par les éléphants, la présence des chablis étaient fortement corrélés avec les zones de forte concentration en éléphants. En somme, la caractérisation dendrométrique faite souligne que la végétation de la RBP demeure en bon état de conservation malgré son caractère giboyeux dans la sous région de l'Afrique de l'ouest.

Mots clés supplémentaires : phytosociologie, dendrométrie, Chablis, régénération

Abstract

The plant communities of the Pendjari Biosphere Reserve (PBR) are continuously consumed by the elephant population. These plant communities are an important source of food for wildlife in general and for elephants in particular, and they are also a source of bushmeat and other non-woody forest products for the neighbouring populations. Little scientific data exist on the relationship between the plant species that elephants eat and

elephants in the PBR. The objectives of the study were to: identify the different zones elephants use, characterize the different plant communities elephants consume, and evaluate elephant damage on the plant communities. The Braun-Blanquet method was used for the phytosociological survey. Matrices of data collected from the survey were processed using STATISTICA software. The dendrogram was obtained using STATISTICA software by Ward's method using Euclidian distances to define plant species. The earth's surface, the vertical and horizontal structures, were the dendrometric parameters calculated. All data were subjected to the Monte Carlo test in order to analyse the correlations between environmental factors and the different phytocenoses elephants use to evaluate their impact on plant communities. The results showed that Porga and Arly zones had high concentrations of elephants while Batia and Konkombri had low concentrations. Out of 61 plants surveyed x 183 species in all the zones identified, the dendrogram identified five groups of plants differentiated according to typical characteristics of plant communities, the level of degradation caused by elephants and the area of the zones containing these groups of plants. The vertical structure observed corresponded mainly with a Gaussian bell-shaped distribution. The horizontal structure was an inverted J and resulted from a natural formation. As regards the type of damage caused by elephants, the presence of felled trees was strongly correlated with areas of high concentration of elephants. Overall, the dendrometric characterization carried out underlines the fact that the vegetation in the PBR is still in a good state of conservation despite the number of wild animals in this West African sub-region.

Additional key words: phytosociology, dendrometrics, felled trees, regeneration

Introduction

La population d'éléphants de l'ordre de 1808 têtes de la Réserve de Biosphère de la Pendjari (RBP) constitue la plus importante de l'ensemble des aires protégées du Bénin (Sinsin et al. 2006). Ce taxon constitue un maillon important dans le processus de la régénération des communautés végétales dans les savanes en Afrique. De ce fait, cette espèce mérite une attention particulière pour capitaliser les efforts inhérents à sa conservation. Il est nécessaire de prendre en compte cette espèce dans l'étude de la régénération des forêts et des savanes en Afrique qui a été jusqu'ici une préoccupation majeure des spécialistes de la gestion de la faune. A l'instar d'autres espèces fauniques, la dynamique des populations d'éléphants est affectée par divers facteurs écologiques et anthropiques.

Les types de formations végétales de la zone soudano-sahélienne du Nord-Bénin constituent une ressource alimentaire importante pour la faune sauvage, voire aussi un habitat pour certaines espèces animales comme des mammifères rongeurs, oiseaux, reptiles, etc. En effet, l'étude de l'écologie et de l'éthologie de la faune sauvage des aires protégées du Bénin a permis de disposer des connaissances sur l'interaction végétation et animaux sauvages comme c'est le cas des éléphants (Tèhou 2001).

L'éléphant fait preuve d'une souplesse écologique stupéfiante (Pfeiffer 1989). En tant qu'un strict

herbivore sauvage, il présente une gamme de structure variée et de mœurs dans les savanes des aires protégées où il ingère principalement des graminées, des feuilles d'arbre ou de buissons et des fruits. La présence des éléphants dans les aires protégées et savanes est plutôt bénéfique et contribue à l'équilibre de la flore et de la faune. En général, les éléphants consomment au niveau de la strate arborescente des gousses de légumineuses, des baies, des drupes et des samares. Les différentes parties consommées au niveau des espèces de cette strate sont les rameaux, les feuilles, les fruits, les écorces et les racines. Au niveau de la strate herbacée, les éléphants broutent aussi les graminées. Dans les exploitations agricoles, le régime alimentaire est surtout constitué de noix de karité lorsque cette espèce est en fructification. Entre le mois de mai et de juillet, d'autres espèces consommées dans les champs sont *Sclerocarya birrea*, *Parkia biglobosa*, *Mangifera indica*, *Zea mays*, *Dioscorea alata*, *Cajanus cajan*, *Sorghum bicolor*, *Vigna unguiculata*, *Arachis hypogaea* et *Gossypium hirsutum* (Tèhou et Sinsin 1999). Une bonne connaissance des écosystèmes devient de plus en plus indispensable pour une gestion communautaire durable des populations d'éléphants (Tèhou 2001). Tout ce qui précède justifie la présente étude sur l'identification et la caractérisation des formations végétales exploitées par l'éléphant *Loxodonta africana* dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari.

Milieu d'étude

L'étude a lieu dans la Réserve de Biosphère de Pendjari située géographiquement au 10°30' et 11°30'N, 0°50' et 2°00'E. Ce milieu bénéficie d'un climat de type soudanien et une pluviométrie unimodale de 1.100 mm.

Matériels et méthodes

Matériels

La carte de végétation de la réserve a été utilisée pour connaître toutes les formations végétales de la RBP et pour les identifier. Les cartes annuelles des mouvements des éléphants dans la RBP ont été utilisées pour la superposition des différentes années afin d'avoir la distribution des éléphants dans le temps et dans l'espace. La carte des différentes bandes de précipitations de la RBP a permis d'avoir des informations sur les mouvements des éléphants dans les différentes strates en rapport avec l'intensité des pluies. Un GPS a été utilisé pour géoréférencier les données collectées sur le terrain. Les couloirs de passage, les crottes, les espèces appréciées et les dégâts occasionnés par les éléphants et autres ont été mentionnés dans un carnet de notes.

La caractérisation floristique des formations végétales (Sokpon et al. 2001) parcourues par l'éléphant dans la RBP a été faite avec la mise en place des placeaux de 50m x 20m à l'aide d'un ruban de 50m, d'une boussole de marque SUNTO pour l'orthogonalité des angles aux sommets des placeaux, des piquets de coins en bois coupés à l'aide d'un coupe-coupe et enfoncés à l'aide d'un marteau pour matérialiser les placeaux. Des fiches ont été élaborées pour faire des relevés phytosociologiques et dendrométriques. Pour la réalisation d'un herbier, un sécateur de jardinier a été utilisé pour prélever les échantillons de plantes transportés dans des sachets et sacs poubelles en plastique, rangés, conservés et protégés dans des sachets de productivité en papier buvard. Un clinomètre a été utilisé pour la mesure des pentes et des hauteurs. Un ruban piii a été utilisé pour la mesure des circonférences.

Méthodes

L'identification des zones de répartition des éléphants dans la RBP a été effectuée en les deux phases suivantes : une phase d'analyse bibliographique et de

laboratoire afin de vérifier les données collectées sur le terrain ; et une phase de collecte de données dans la zone d'étude. A l'aide du logiciel Arcview GIS3.2 la carte de végétation a été superposée à la carte de présence des éléphants dans la RBP ; les deux cartes étant de même échelle.

Pour la caractérisation floristique des formations végétales exploitées par les éléphants dans la RBP, les placeaux d'inventaire ont été installés dans les formations répondant aux critères de sélection et en tenant aussi bien compte de la taille de la formation dans la réserve, de la topographie, de l'accessibilité, de la présence ou non d'eau, du type de sol et de l'homogénéité floristique. Ainsi, les relevés phytosociologiques ont été effectués suivant la méthode sigmatiste de Braun-Blanquet (1932). Au niveau de chaque site, l'inventaire des espèces ligneuses a été réalisé à l'intérieur des placeaux de 20m x 50m (1.000 m²) et celui des herbacées était fait dans des placettes de 10m x 10m (100m²) installées à l'intérieur du placeau de 20m x 50m suivants les faciès en présence dans le milieu (savanes, forêts claires et galeries forestières). A l'intérieur de ces placeaux la caractérisation floristique des formations végétales parcourues par l'éléphant dans la RBP a été faite. Les relevés dendrométriques ont été effectués dans les mêmes placeaux de 20m x 50m utilisés pour les relevés phytosociologiques. Le diamètre à hauteur d'homme (dbh) des individus d'arbres a été le paramètre collecté. Un transect a été installé perpendiculairement au lit mineur du cours d'eau considéré. Le nombre d'individus de chaque espèce a été déterminé. En dehors des relevés effectués au sein des placeaux, un relevé itinérant a été fait au niveau de tous les transects et il a contribué à l'estimation de la richesse spécifique de chaque zone (Yedomonhan 2002).

Analyse des données

La matrice de données constituée de 61 relevés phytosociologiques et de 183 espèces végétales ont été soumises à l'aide du logiciel CANOCO (Canonical Community Ordination) version 4.5 à une DCA (Detrended Correspondence Analysis) pour déterminer les groupements végétaux. La classification hiérarchique des relevés (clustering) a été réalisée sous ce même logiciel.

La richesse spécifique et la diversité d'une communauté végétale sont les deux éléments qui recouvrent la détermination de la richesse d'un

taxon. Ainsi, le nombre de familles a été dénombré (diversité de familles) de même que les espèces (richesse spécifique). La diversité spécifique a été analysée à partir de la richesse spécifique (S), l'indice de diversité de Shannon et le coefficient d'équitabilité de Pielou.

INDICE DE DIVERSITÉ DE SHANNON (H' EN BITS)

La formule de l'indice de diversité de Shannon (H' en bits) est la suivante (Shannon et Weiner 1949 dans Shannon et Weiner 1963) :

$$H' = - \sum_1^s P_i \log_2 P_i$$

avec :

$P_i = (n_i/n)$ est la fréquence relative des individus de l'espèce (i) ;

(n_i) est le nombre de fois que l'espèce (i) est contactée et (n) est l'effort total de prospection dans la station. L'indice de Shannon Weaner exprime donc la quantité d'information nécessaire à la description de l'avifaune d'un milieu.

EQUITABILITÉ DE PIELOU (E)

L'équitabilité de Pielou (E) est souvent calculée pour traduire le degré de diversité atteint par rapport au maximum possible. Elle varie de 0 à 1 et son expression est la suivante :

$$E = \frac{H'}{\log_2 H'_{max}} \quad E = \frac{H'}{\log_2 H'_{max}}$$

avec : $H'_{max} = \log_2(S)$, où S est le nombre total d'espèces dans la station considérée.

Les individus d'arbres dans chaque groupement ont été groupés en des classes de diamètre de 10 cm pour construire l'histogramme de la structure diamétrique de chaque groupement. La structure des groupements a été ajustée au modèle de Weibull à cause de sa grande flexibilité (Johnson et Kotz 1970 ; Bonou et al. 2009). La fonction de densité de probabilité de la distribution de Weibull est donnée par la formule

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

où :

x est le diamètre de l'arbre i

a est le paramètre de position (ici a = 10) ;

b est le paramètre d'échelle ou de taille ;

c est le paramètre de forme lié à la structure

observée. La caractérisation des peuplements est à faire sur base du coefficient de forme c (Bonou et al. 2009).

Résultats

IDENTIFICATION DES GROUPEMENTS VÉGÉTAUX

Les relevés phytosociologiques effectués dans les formations végétales exploitées par les éléphants dans la RBP correspondaient à une matrice de 61 relevés et de 183 espèces. Cette matrice soumise à une classification hiérarchique ascendante suivant la méthode de Ward et de Person a permis d'obtenir un dendrogramme issu de cette analyse (Figure 1).

L'analyse hiérarchique ascendante a permis l'identification des cinq groupements végétaux dans les différentes formations exploitées par les éléphants dans la RBP suivants :

- des groupements végétaux GV1 et GV2 de la zone de Porga rencontrés dans une zone de forte concentration en éléphant.
- des groupements GV3, GV4 GV5 du complexe Arly, Batia et Konkombri. Ce complexe regroupe une zone de forte concentration (Arly) et deux zones de faible concentration (Batia et Konkombri).

Les groupements de forte concentration ont été caractéristiques des zones riches en mares.

FACTEURS DÉTERMINANT LA RÉPARTITION SPATIALE DES GROUPEMENTS VÉGÉTAUX

L'analyse de la figure 2 présentant la projection dans un plan factoriel des relevés phytosociologiques, a révélé que, dans le plan factoriel 1-2, l'axe 1 qui représentait 10,37 % (tableau 1) de l'inertie totale opposait d'une manière générale les relevés de la zone de Porga [comportant le groupement à *Andropogon gayanus* et *Acacia gourmaensis* (R33, R29, R38, R32, ..., R35)] à celui des zones de Arly, Batia et Konkombri [comportant le groupement à *Andropogon pseudapricus* et à *Anogeissus leiocarpus* (R17, R16, R7, R13, R10, R59, ..., R1)] décrivant un caractère d'exiguïté de l'espace à Porga et une forte densité entraînant la dégradation du milieu due à un fort taux de charge en éléphant.

En somme, les facteurs déterminant l'identification et la répartition spatiale des groupements végétaux ont été le gradient pédologique en relation avec le niveau de dégradation due à la pression et à la densité suivant

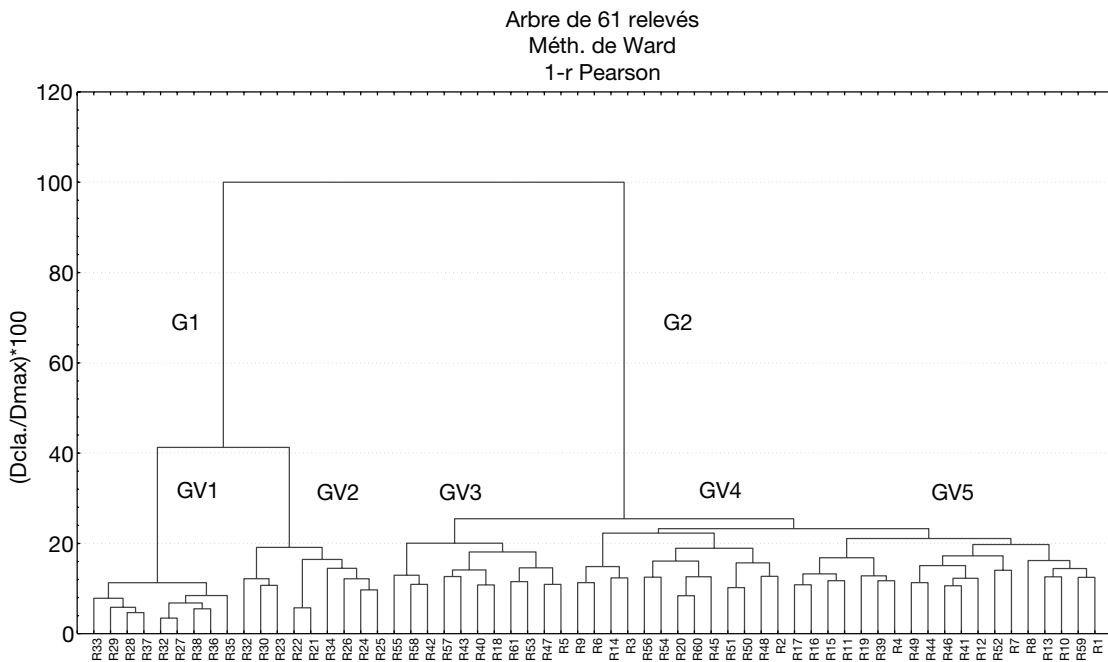


Figure 1. Dendrogramme des 61 relevés effectués dans les formations exploitées par l'éléphant dans la RBP. G = groupe; GV = groupement végétal

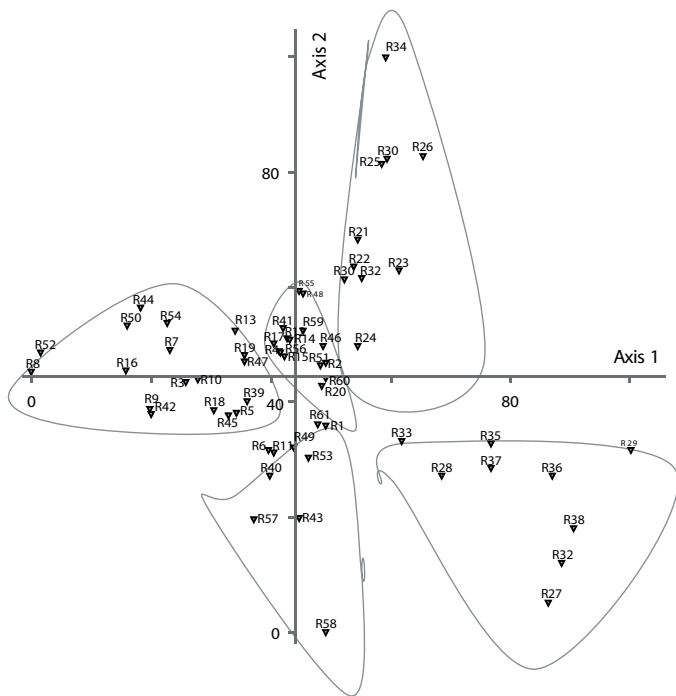


Tableau 1 : Valeurs propres et variances expliquées par les axes

Axes	Valeurs propres	Variances	Variances cumulées
1	10,95	17,66	17,66
2	4,72	7,67	25,29
3	3,33	3,75	29,04

Figure 2. Projection dans un plan factoriel des 61 relevés effectués dans les formations exploitées par les éléphants dans la RBP.

l'axe 1 et le gradient de couverture des formations. Tous les deux gradients étaient en relation avec les zones de concentration en éléphant. Toutefois, les axes 1 et 2 ne contribuaient que pour 15,67% de l'inertie totale. Ceci dénotait d'une dispersion de l'information sur les axes factoriels.

STRUCTURE HORIZONTALE

Au niveau du groupe A constitué par le groupement à *Andropogon gayanus* et *Acacia gourmaensis* et celui à *Andropogon pseudapricus* et *Vitellaria paradoxa*, il n'existait pas de très grands arbres (figure 3). Toutefois, le fait que ces groupements se trouvent sur le parcours des éléphants nous a amené à dire que ce phénomène pouvait être dû à la pression comme les dégâts chablis des éléphants sur certains arbres de grand diamètre comme *Adansonia digitata* par exemple, puisque le groupe appartenait à une zone caractérisée par de fortes concentrations en éléphants.

Au niveau du groupe B constitué par le groupement à *Andropogon tectorum* et *Balanites aegyptiaca* et celui à *Andropogon pseudapricus* et *Anogeissus leiocarpa*, la structure horizontale traduisait par le fait que les arbres ayant un grand diamètre ont été épargnés (figure 3).

Au niveau du groupe C constitué par le groupement à *Aneilema lanceolatum* et *Acacia gourmaensis*, l'effectif des arbres de diamètre supérieur à 30 cm était considérable (figure 3).

La lecture de la structure horizontale dans les deux zones a permis de constater que l'effectif des ligneux à Dbh compris entre 25 et 30 cm était moins élevé en zone de forte concentration comparativement aux ligneux de cette même classe dans la zone à faible concentration. Ceci pouvait s'expliquer par le fait que les éléphants exercent une pression (mutilation des baobabs) sur les arbres de cette classe dans la zone de forte concentration.

Dans la zone à faible concentration, le phénomène contraire s'observait pour illustrer la faible pression due peut-être à la faible densité dans la zone et à la diminution des facteurs favorisant l'émergence des éléphants.

STRUCTURE VERTICALE

La structure verticale a montré que le groupe 1 était constitué par le groupement à *Andropogon gayanus* et *Acacia gourmaensis* et celui à *Andropogon pseudapricus* et *Vitellaria paradoxa* (figure 4). Ce

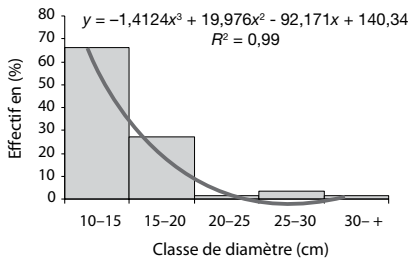
groupe était caractérisé par l'inexistence des individus de petite taille de 1 à 4 m de hauteur ce qui devait être dû tant à l'effet de piétinement par les éléphants qu'à l'absence d'individus de taille variant entre 10 et 12 m due au fait que ces arbres peuvent être l'objet de chablis ou l'objet d'aliments pour les petits et les grands éléphants. En effet, l'éléphant dans cette zone de forte concentration casse l'arbre qui perd en hauteur. Ce phénomène observé pour les individus des classes comprises entre 10 et 12 m pourrait être dû au fait que les éléphants par leur prélèvement sur les individus de basse classe empêchent la croissance en hauteur de ces derniers.

Le groupe 2 constitué du groupement à *Andropogon tectorum* et *Balanites aegyptiaca* et celui à *Andropogon pseudapricus* et *Anogeissus leiocarpa*, était caractérisé par la présence à la fois des individus de petite taille et de grande taille (figure 4). Cet état de choses était dû au fait que ce groupe se retrouve dans une zone de faible et de forte concentration en éléphants avec assez de conditions favorables n'ayant pas forcément de lien avec les ligneux comme la présence des mares et de grande superficies.

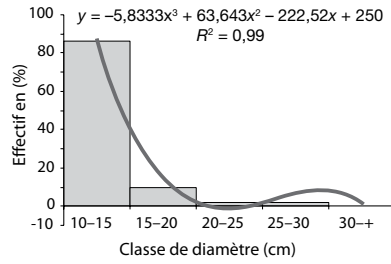
Le groupe 3 constitué par le groupement à *Aneilema lanceolatum* et *Acacia gourmaensis* était caractérisé par l'absence des arbres de faible taille et la présence des arbres de grande taille (figure 4). Ceci était dû au fait que ces arbres ont été épargnés parce que dans le milieu la préférence alimentaire des éléphants ne se basait pas sur ces espèces ou parce que celles-ci sont peut-être toxiques.

De façon générale, la distribution en cloche de Gauss observée dans tous les groupements a montré l'impact des éléphants sur les arbres de faible hauteur par mutilation et par chablis et sur la régénération par piétinement (figure 4). Ainsi, une relation existait entre le diamètre et la hauteur des ligneux appâtés par les éléphants puisque suivant le type de zone, l'importance des dégâts sur les ligneux s'exprimait d'abord par la mutilation et puis après la conséquence était que l'arbre perdait sa capacité de croître en hauteur ou était sujet à devenir un chablis plus tard.

Selon les deux graphes comparatifs illustrant la structure verticale dans les deux zones, l'effectif des individus de classe comprise entre 10 et 12 m de hauteur était faible dans la zone de forte concentration des éléphants. Ceci dénotait de la pression (chablis) enregistrée par les éléphants sur les espèces de cette classe. Cet état de choses n'était pas observé dans la zone de faible concentration des éléphants. Ainsi,

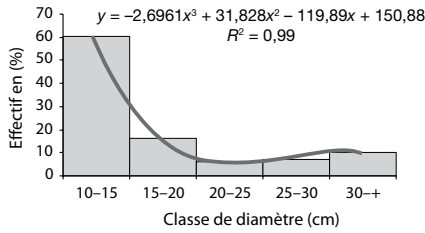


Distribution par classe de diamètre du groupement à *Andropogon gayanus* et *Acacia gourmaensis*

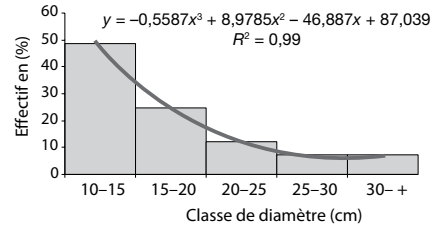


Distribution par classe de diamètre du groupement à *Andropogon pseudapricus* et à *Vitellaria paradoxa*

Structures horizontales du groupe A

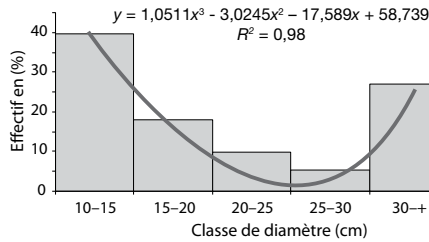


Distribution par classe de diamètre du groupement à *Andropogon tectorum* et *Balanites aegyptiaca*



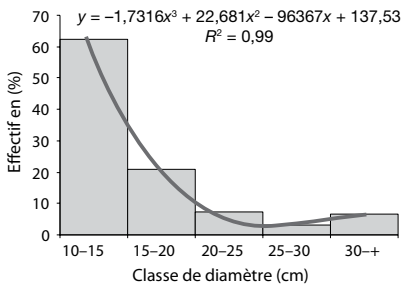
Distribution par classe de diamètre du groupement à *Andropogon pseudapricus* et *Anogeissus leiocarpa*

Structures horizontales du groupe B

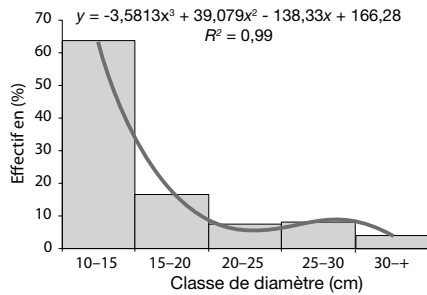


Distribution par classe de diamètre du groupement à *Aneilema lanceolatum* et *Acacia gourmaensis*

Structures horizontales du groupe C

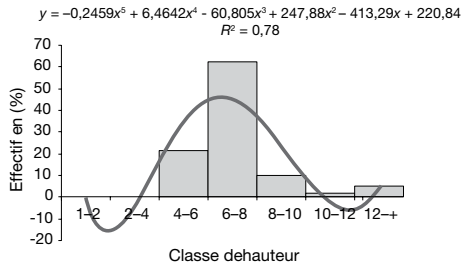


Distribution par classe de diamètre des ligneux de la zone de forte concentration

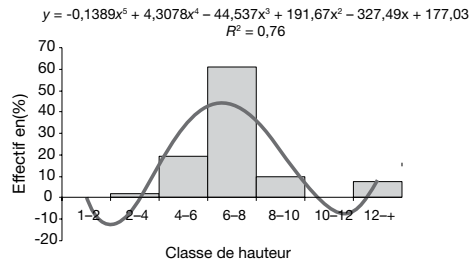


Distribution par classe de diamètre des ligneux de la zone de faible concentration

Figure 3. Structures horizontales des groupes A, B et C constitués par divers groupements végétaux.

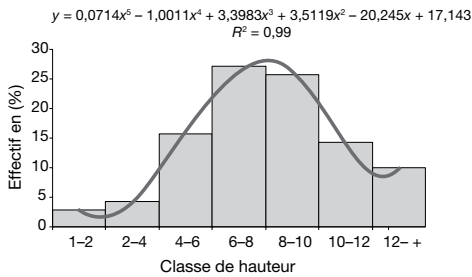


Distribution par classe de hauteur du groupement à *Andropogon gayanus* et *Acacia gourmaensis*

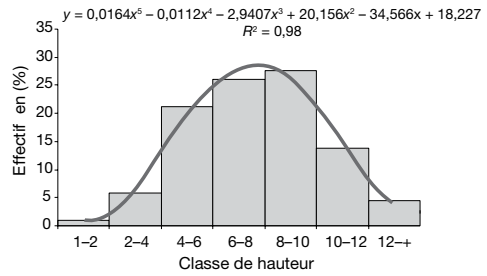


Distribution par classe de hauteur du groupement à *Andropogon pseudapricus* et *Vitellaria paradoxa*

Structures verticales du groupe 1

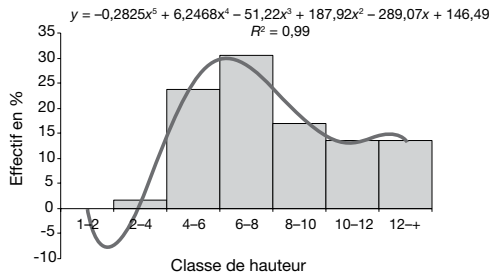


Distribution par classe de hauteur du groupement à *Andropogon tectorum* et *Balanites aegyptiaca*



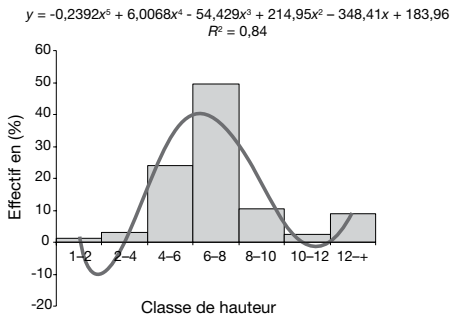
Distribution par classe de hauteur du groupement à *Andropogon pseudapricus* et *Anogeissus leiocarpa*

Structures verticales du groupe 2

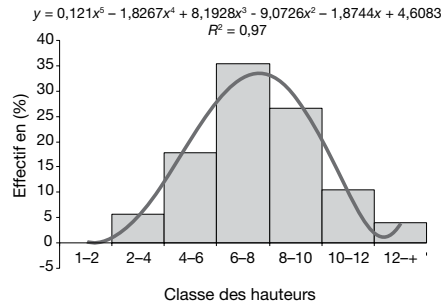


Distribution par classe de hauteur du groupement à *Aneilema lanceolatum* et *Acacia gourmaensis*

Structures verticales des groupements 3



Distribution par classe de hauteur des ligneux en zone de forte concentration



Distribution par classe de hauteur des ligneux en zone de faible concentration

Figure 4. Structures verticales des groupes 1, 2 et 3 constitués par divers groupements végétaux.

ces chablis pouvaient être causés lors du passage de l'éléphant ou au moment du broutage pour l'alimentation de ses éléphanteaux. De plus, ces zones étaient riches en espèces du genre acacia. Aussi, dans la zone de forte concentration des éléphants, la densité de ligneux est élevée et le taux de dégât était élevé.

Discussion

Formations végétales exploitées par les éléphants

Dans la RBP, l'étude montre que les éléphants exploitent beaucoup plus les formations ouvertes caractérisées par la présence des mares et dans lesquelles ils trouvent assez d'espèces qu'ils appréhendent. Les formations plus ou moins fermées servent de lieu de repos mais plus tard deviennent ouvertes. Toutefois, les éléphants étant de bons disséminateurs (Alexandre 1978 ; Alfa Gambari 2002, 2003) de telles zones deviennent plus tard des zones très riches sur le plan de la diversité et de la richesse en espèces. Ce phénomène s'explique puisque par leurs crottes qu'ils laissent sur le lieu de repos, les éléphants participent bien à la régénération des espèces ce qui contribue à la reconstitution à long terme de la flore (White et al. 1993).

Au cours des investigations, les zones de forte concentration des éléphants à Arly et Porga présentent des caractéristiques telles que : abondance des mares, richesse en espèces appréciées avec un niveau de protection très appréciable. Ces caractéristiques sont des indicateurs qui favorisent la présence des éléphants dans ces zones. Concernant l'abondance des mares où la concentration des éléphants est plus élevée, ce résultat est conforme à ceux de Laws (1993) et Ekobo (1995) cités par Mubalama (2000) qui ont noté des liens étroits entre les éléphants et les habitats « inondés » (marécages, bas-fonds et les forêts périodiquement inondées). De même, ce résultat est conforme à celui de Tehou et de Sinsin (1999) qui ont trouvé que les éléphants sont surtout localisés autour des mares et sur les affleurements.

Caractéristiques phytoécologiques des groupements végétaux

Le Parc National de la Pendjari fait partie d'un réseau d'aires protégées dans la sous-région de l'Afrique de l'Ouest et le résultat relatif à la richesse en espèces

appréciées, est analogue aux observations faites par Kidjo (1992a, 1992b). D'ailleurs, Tehou (1995) lie la distribution spatiale des éléphants à la recherche alimentaire. En effet, du côté de Porga, en plus de ces caractéristiques, nous pouvons ajouter l'anthropisation car de ce côté, il y a la zone d'occupation contrôlée (ZOC) où se mènent des activités champêtres. Ainsi, parlant des activités champêtres, Tehou et Sinsin (1999) ont montré que le mouvement des éléphants vers les terroirs villageois est dû à un problème de préférence alimentaire basé surtout sur la phénologie des essences fruitières. Toutefois, dans cette étude la zone de Porga s'est distinguée du complexe Arly, Batia, Konkombri. Cet état de choses peut également être dû au fait que les formations végétales du complexe Arly, Batia et Konkombri sont dans un premier temps beaucoup plus riches en peuplement d'*Anogeissus leiocarpa*, de *B. aegyptiaca*, d'Acacia et d'autres espèces appréciées par les éléphants. Par conséquent, à l'effet de la superficie s'ajoute l'effet de la composition floristique des formations végétales. C'est ce qui explique leur fréquentation dans les habitats purs d'*Anogeissus leiocarpa*, de *B. aegyptiaca* et d'Acacia qui leur servent non seulement de garde-manger mais aussi et surtout leur offrent un cadre de repos. Dans un second temps, le caractère de couverture de cette zone comparativement à celui de Porga est que le complexe Arly-Batia-Konkombri est composé de formations végétales plus ou moins fermées. Ceci se justifie parce que les éléphants affectionnent les formations ouvertes ou plus ou moins fermées (Tehou 2001). De plus, la richesse spécifique indiquée par les divers indices de diversité calculés montre que les zones pâturées par les éléphants ont une diversité en espèces végétales entrant dans leur alimentation considérable.

Le nombre de 183 espèces relevées dans les formations végétales exploitées par les éléphants lors de la présente étude est du même ordre que ceux obtenus par Legba (2005) avec 170 espèces recensées sur les collines de RBP, Gaoué (2000) avec 175 espèces inventoriées dans la plaine de la zone cynégétique de la Pendjari, et Avohou (2003) avec 185 espèces dans la région de Tanguieta-Batia sur la chaîne de l'Atacora. Par contre, ce nombre est faible par rapport aux 589 espèces enregistrées dans les Monts Kouffé au centre du Bénin par Houinato (2001). Ainsi, la faible richesse floristique est probablement due à la période de collecte des données en pleine saison des pluies où l'accès à plusieurs formations végétales ont été quasi impossible à cause de la montée des eaux.

Dans la RBP les familles les plus représentées sont similaires à celles recensées dans la région soudanienne par d'autres études comme celle de Houinato (2001) avec 99 familles au nombre desquelles les familles des Poaceae, des Fabaceae et des Asteraceae sont les plus représentées et celle de Wala (2004) sur la chaîne de l'Atacora avec 107 familles dont les familles des Poaceae, des Fabaceae et des Rubiaceae sont les plus dominantes. Ceci peut s'expliquer par le fait que la RBP se retrouve en zones savanicoles où les espèces annuelles et pérennes dominent généralement la strate herbacée. De même, toutes les espèces caractérisant les ligneux de ces groupements végétaux sont des ligneux appréciés par les éléphants.

Caractérisation dendrométrique

Dans la RBP les groupements végétaux étudiés sont caractérisés pour la plupart par des Phanérophytes en nombre important (41,4%). Houinato et Sinsin (2001) ont trouvé des proportions similaires pour les savanes humides et les forêts claires, en moyenne 36,3% pour les Phanérophytes et 34% pour les Thérophytes. Nos résultats dans ce domaine corroborent ceux trouvés par Gaoue (2000). L'abondance des Phanérophytes dans la quasi-totalité des groupements végétaux traduit le climat auquel appartient la zone d'étude. Aussi, cette prédominance des Phanérophytes peut être interprétée comme une bonne propension à la régénération des sols de la région. Les méga-Phanérophytes sont peu communes du fait que les savanes sont les principales formations végétales dans lesquelles les méso-Phanérophytes et les micro-Phanérophytes sont les plus fréquents (Avohou 2003). De plus, cette abondance explique la présence des éléphants car selon certains auteurs, les éléphants aiment plus les Phanérophytes de la classe méso et micro, certainement compte tenu de leur taille comprise entre 3 et 3,5 m. C'est ce qui justifie l'intégration des éléphants dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari.

La physionomie des groupements végétaux étudiés est déterminée beaucoup plus par les Thérophytes et les Hémicryptophytes ce qui est le cas avec les résultats de Gaoué (2000) dans la plaine de la zone cynégétique de la Pendjari où tous les groupements observés sont essentiellement constitués de Thérophytes. Cela se justifie parce que les éléphants appréhendent beaucoup les Thérophytes (Tchamba 1996 ; Tchamba et Seme 1999). Aussi, cette dominance de Thérophytes peut constituer un indice de forte perturbation. Le fort taux

de Thérophytes retrouvé sur les parcours des éléphants peut s'expliquer par l'influence des actions des mega-herbivores tels que les éléphants à travers leur fort piétinement et forte pression sur le pâturage, ainsi que celles des feux d'aménagement. Les formations végétales exploitées par les éléphants dans la RBP sont dominées par les espèces soudanienne et soudano-zambéziennes en termes de recouvrement. Ceci peut s'expliquer aisément parce que la RBP est située dans une zone soudanienne. Ce résultat est conforme aux résultats de Tchamba (1996) en zone savanicole où les espèces appréciées par les éléphants sont en grande partie de type soudanienne ou soudano-zambéziennes.

De façon générale, ces résultats au niveau de la structure horizontale sont conformes à ceux de Gaoué (2000) et de Yabi (2002) qui trouvent que cette structure est normale car nous sommes en formation naturelle où la densité des jeunes arbres est généralement élevée. Cette décroissance rend compte de la forte prépondérance de la régénération dans les groupements étudiés. Si la structure est normale de façon générale, nous pouvons donc dire que les éléphants n'influencent pas trop la structure horizontale des peuplements. Ce constat rejoint celui de Pfeiffer (1989) qui trouve que l'éléphant fait preuve d'une souplesse écologique stupéfiante. Ainsi, au niveau du groupe C constitué par le groupement à *Aneilema lanceolatum* et *Acacia goumaensis*, l'effectif des arbres de diamètre supérieur à 30cm est considérable. Ce résultat rejoint ceux obtenus par Tchamba (1996) et Tchamba et Seme (1999) qui ont trouvé dans la région de Waza Logon, un milieu savanicole, que les éléphants sélectionnent certains grands arbres et les épargnent du fait de leur caractère toxique ou de la disponibilité alimentaire dont fait preuve le parc à l'endroit des animaux. C'est ainsi que plusieurs espèces sont épargnées. La faible représentativité des espèces à large distribution dont la prédominance dans une phytocénose est synonyme de dégradation (Sinsin 1993) permet de conclure que la flore exploitée par les éléphants dans la RBP conserve encore sa spécificité. Dans la zone à faible concentration, le phénomène contraire s'observe pour illustrer la faible pression due peut-être à la faible densité dans la zone et à la diminution des facteurs favorisant la présence des éléphants. Ces résultats s'expliquent aussi par les conclusions d'O'Connor et al. (2007) qui précisent que les facteurs influençant la vulnérabilité des arbres à être mutilés incluent la force de l'arbre, la profondeur et l'extension du système

racinaire, de même que la stabilité du substrat.

Dans la structure verticale, le groupe 1 est caractérisé par l'inexistence des individus de petite taille (1 à 4m). L'éléphant dans cette zone de forte concentration casse l'arbre qui perd en hauteur. Ces résultats sont conformes avec ceux de Maire (2000) qui ont montré que l'éléphant exploite les ligneux entre 0 et 6m de hauteur. Ce phénomène observé pour les individus des classes comprises entre 10 et 12m peut être dû au fait que les éléphants par leur prélèvement sur les individus de basse classe empêchent leur croissance en hauteur. Concernant la structure verticale, dans les deux zones de concentration des éléphants, l'effectif des arbres de classe comprise entre 10 et 12m de hauteur étant faible dans la zone de forte concentration des éléphants, ceci dénote de la pression (chablis) enregistrée par les éléphants sur les espèces de cette classe. Cet état de choses n'étant pas observé dans la zone de faible concentration des éléphants, alors ces chablis peuvent être causés lors du passage de l'éléphant ou au moment du broutage pour l'alimentation de ses éléphanteaux. De plus, ces zones sont riches en espèces du genre acacia, alors que selon Kruger et al. (2007), les acacias se régénèrent malgré la coupure faite par les éléphants tandis que les autres espèces ne peuvent se régénérer. Aussi, dans la zone de forte concentration, la densité de ligneux est élevée et le taux de dégâts est élevé car, selon Law et al. (1975), Coe et al. (1976) et Cumming et al. (1997), en cas de fortes densités, les éléphants déciment généralement les terrains boisés qui deviennent des prairies plus clairsemées.

Conclusion

L'étude de l'identification et de la caractérisation des formations végétales exploitées par les éléphants dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari permet de voir que les éléphants affectionnent plus les formations ouvertes que les formations fermées. Dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari, ces formations sont les savanes arbustives, arborées localisées souvent dans des zones riches en espèces appréciées et en mares temporaires et/ou permanentes. De même, les éléphants exploitent souvent des formations qui sont proches des zones anthropisées où se mènent des activités champêtres. Les analyses du point de vue floristique montrent que les éléphants de la RBP aiment et/ou préfèrent les zones ayant une diversité floristique importante. L'étude phytosociologique

permet de constater que les types de groupement observés et identifiés regorgent d'une diversité en espèces appréciées par les éléphants.

Les analyses sur le plan dendrométrique montrent que les éléphants à la recherche d'une bonne alimentation qualitativement et quantitativement, et surtout sur les couloirs de passage détruisent les arbres qui perdent en hauteur (chablis) ou en diamètre (mutilation) dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari.

Références bibliographiques

- Alexandre, O.Y. 1978. Le rôle disséminateur des éléphants en forêt de Tai, Côte d'Ivoire. *La Terre et la vie* 32 : 47–72.
- Alfa Gambari S. 2002. Suivi écologique des troupeaux d'éléphants d'Alfakorara dans la zone cynétrique de la Djona au Bénin. Mémoire de DIT. CPU/UAC. 99 p.
- Alfa Gambari S. 2003. Déterminants du pouvoir germinatif des semences excrétées par les éléphants et la persistance des *phytocénoses* à l'irradiation par zoochorie : cas des éléphants et des *phytocénoses* du Parc Régional du W/Bénin et de ses zones périphériques. Mémoire de DEA. FLASH/UAC, 93 p.
- Avohou, T.H. 2002. Détermination des potentialités pastorales de la chaîne de l'Atacora au Nord-Ouest du Bénin, Région de TANGUIETA-BATIA. Thèse d'ing. agro., FSA/UAC, Bénin. 136 p.
- Bonou, W., Glèlè, K.R., Assogbadjo, A.E., Fonton, H.N and Sinsin, B. 2009. Characterisation of *Azelia africana* S.M. habitat in the Lama Forest Reserve of Benin. *Forest Ecology and Management* 258:1084–1092.
- Braun-Blanquet, J. 1932. *Plant sociology. The study of plant communities*. Ed. New-York, London: McGraw Hill. 439 p.
- Coe, M. J., Cumming, D. H. and Phillipson, J. 1976. Biomass and production of large African herbivores in relation to rainfall and primary production. *Oecologia* (Berl.) 22:341–354.
- Cumming, D.H.M., Fenton, M.B., Rautenback, I.L., Taylor, R.D., Cumming, G.S., Cumming, M.S., Dunlop, J.M., Ford, A.G., Hovorka, M.D., Johnson, D.S., Kalcounis, M., Mahlangu, Z. and Portfors, C.V.R. 1997. Elephants, woodlands and biodiversity in southern Africa. *South African Journal of Science* 93:231–236.
- Gaoué, O.G. 2000. Facteurs déterminants pour le zonage de la zone cynégétique de la Pendjari comme base de

- gestion intégrée. Th. Ing. Agr., FSA/UNB, Abomey-Calavi, Bénin. 106 p.
- Houinato, M. 2001. Phytosociologie, écologie, production et capacité de charge des formations végétales pâturées dans la région des Monts Kouffé (Bénin). Thèse Doctorat. Fac. Se. Lab. Bot. Syst et phyt. Uni. Lib. Bruxelles, Belgique. 219 p.
- Houinato, M., Sinsin, B. et Lejoli, J. 2001. Impact des feux de brousse sur la dynamique des communautés végétales dans la forêt de Bassila, (Bénin). *Acta Botanica* gacillia-cat.inist.fr.
- Johnson, N.L. and Kotz, S. 1970. *Distributions in statistics: Continuous univariate distributions. 2.* New York: Wiley.
- Kidjo, F.C. 1992. Ecodéveloppement rural d'Alfakoara (Djona). Eco-éthologie des éléphants (*Loxodonta africana*). SEAPA/PGRN/DFRN. 28 p.
- Kruger, L.M., Coetsee, J.A. and Vichers, K. 2007. The impacts of elephants on woodlands and associated biodiversity. Summary report to South African National Parks. Organization of Tropical Studies.
- Laws, R.M., Parker, I.S.C. and Johnstone, R.C.B. 1975. *Elephants and their habitats. The ecology of elephants of north Bunyoro, Uganda.* Oxford, UK: Clarendon Press. 376 p.
- Legba, F. 2005 Contribution de la végétation des collines de la zone cynégétique et du Parc national de la Pendjari du Bénin comme milieu ressource de la faune sauvage. Th. Ing. Agr. FSA/UAC/Bénin. 121 p.
- Maire, M. 2000. Impact actuel des éléphants sur la savane à *Acacia seyal* : Parc national de Zakouma (Sud-est du Tchad), N'Djaména, Tchad. Fif-Engref/Commission Européenne. 34 p.
- Mubalama, K.L. 2000. Les relations hommes-éléphants dans la Réserve de Faune à Okapis (*Okapia johnstonii*) en République démocratique du Congo. *Nature et faune* 16(2) : 19–34.
- Natta, A.K. 2003. Ecological assessment of riparian forests in Benin: Phytodiversity, phytosociology, and spatial distribution of tree species. PhD thesis, Wageningen. 205 p.
- O'Connor, T.G. 2007. A functional hypothesis of the threat of local extirpation of woody plant species by elephant in Africa. *Biological Conservation* 136: 329–345.
- Pfeiffer, P. 1989. *Vie et mort d'un géant. L'éléphant d'Afrique.* L'odyssée, Flammarion. 192 p.
- Pielou, E.C. 1966. Species diversity and pattern diversity in study of ecological succession. *Theor. Biol.* 10 : 370–383.
- Poole, J. 1996. *L'éléphant d'Afrique.* Nairobi, Kenya: African Wildlife Foundation. pp. 1–7.
- Sinsin, B. 1993. Phytosociologie, écologie, valeur pastorale, productivité et capacité de charge des pâturages naturels du périmètre de Nikki-Kalalé au Nord Bénin. Thèse doctorat. Université Ub. Buxelles, Belgique. 390 p.
- Sokpon, N., Biaou, H., Gaoue, O.G., Hunhyet, O.K., Ouinsavi, C. et Barbier, N. 2001. Inventaire et caractérisation des formations végétales du Parc national de la Pendjari, Zones cynégétiques de la Pendjari et de l'Atacora (Région de Konkombri). Unité de Sylviculture et d'Ecologie Forestière/FSA/UNB/République du Bénin. 48 p.+annexes.
- Shannon, C.E., and Weiner, W. 1963. *Mathematical theory of communication.* Illinois, USA: University of Illinois Press, Urbana.
- Sinsin, B., Akpona, H. et Ahokpe, E. 2006. Dénombrement aérien de la faune dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari. Rapport technique. CENAGREF/Projet Pendjari – GTZ – GFA Consulting. Cotonou, Bénin. 35 p.
- Tchamba, M.N. 1996. Elephants and their interaction with people and vegetation in the Waza-Logone Region, Cameroon. PhD thesis, University of Utrecht, Netherlands.
- Tchamba, M.N. and Seme, P.M. 1999. Diet and feeding behavior of the forest elephant in the Santchou Reserve, Cameroon. *African Journal of Ecology* 31:165–171.
- Tehou, A.C. 1995. Etude écologique des éléphants (*Loxodonta africana*) d'Alfakoara. PGRN/VGEFER. 41 p.
- Tehou, A.C. 2001. Mode de dissémination des espèces les plus appréciées par les éléphants dans la zone cynégétique de la Djona, les forêts classées de Gougoun, de la Sota et des environs, Nord-Bénin. *Pachyderm* 30 : 65–69.
- Tehou, A.C. 2002. Les éléphants (*Loxodonta africana*) dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari, Nord-Ouest République du Bénin : abondance, densité et répartitions spatiales *Pachyderm* 33 : 64–68.
- Tehou, A.C. et Sinsin, B. 1999. Elephants and their interactions with people and vegetation in the Waza-Logon region. Cameroun, NUFFIC. 230 p.
- Tehou, A.C. et Sinsin, B., 2000. Ecologie de la population d'éléphants (*Loxodonta africana*) de la zone cynégétique de la Djona (Bénin). *Mammalia* 64 (1) : 29–40.

- Wala, K. 2004. La végétation de la chaîne de l'Atacora au Bénin : diversité floristique, phytosociologie et impact humain. Thèse doctorat. Université de Lomé. Togo : 138 p + annexes.
- White, L.J.T., Titin, C.E.G. and Fernanders, M. 1993. Group composition and elephant diet on forest elephants, *Loxodonta cyclotis* Matshie 1900, in the Lope Reserve, Gabon. *African Journal of Ecology* 31:181–199.
- Yedomonhan, A.P. 2002. Etude de la végétation sociale du secteur méridional du centre Bénin. Mémoire FLASH/UAC, Bénin. 94 p.