

Caractéristiques Structurales des Populations des Espèces Ligneuses Alimentaires de la Forêt Classée d'Atcherigbe (Commune de Djidja) au Bénin (Afrique de l'Ouest)

[Structural Characteristics of The Food Woody Species Populations of The Forest Class of Atcherigbe (Municipality of Djidja) in Benin (West Africa)]

Grégoire DJISSONON, Joseph Fanakpon DJEVI et Ibouaïma YABI

Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Humaines et Sociales, Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Laboratoire Pierre Pagney, Climat, Eau, Écosystème et Développement, (LACEEDE), Université Abomey-Calavi, BP 922 Abomey-Calavi, Bénin



Résumé – Le suivi des espèces forestières constituent une source fondamentale d'informations pour la mise en place des stratégies de leur conservation efficace et adaptées étant donné qu'elles sont plus sollicitées pour plusieurs raisons. La présente recherche s'intéresse aux caractéristiques structurales des populations des Espèces Ligneuses Alimentaires (ELA) de la forêt classée d'Atchérigbé dans la Commune de Djidja.

Le matériel végétal est constitué de la végétation de la forêt classée d'Atchérigbé (FCA) et le matériel de collecte de données. A cet effet 50 placeaux carrés de 1800m² ont été installés dans toutes les formations végétales identifiées dans la forêt et des enquêtes de consommations faites auprès des populations riveraines.

Les distributions spatiales des espèces les plus appréciées (*Parkia biglobosa*, *Vitellaria paradoxa*, *Adansonia digitata*, *Vitex doniana*, *Spondias Mombin*) sont de formes variables et dénotent une menace sur leur peuplement. Les communautés végétales abritant ces ELA constituent des milieux peu sélectifs et relativement diversifiés en ELA, ce que démontrent les valeurs relativement élevées des indices écologiques. L'exploitation faite d'une ELA par les populations locales dépend de sa disponibilité et de son accessibilité. Cependant, plusieurs ELA restent encore insuffisamment exploitées, malgré leur valeur nutritionnelle. La valorisation et l'intégration de ces espèces dans les systèmes agroforestiers pourraient être bénéfiques aux populations riveraines.

Mots clés – Atchérigbé, caractéristiques structurales, Espèces Ligneuses Alimentaires (ELA)

Abstract – Monitoring forest species is a fundamental source of information for the implementation of effective and appropriate conservation strategies, since they are in greater demand for several reasons. The present research is interested in the structural characteristics of populations of Woody Food Species (ELA) of the classified forest of Atchérigbé in the Municipality of Djidja.

The plant material consists of the vegetation of the classified forest of Atchérigbé (FCA) and the data collection material. To this end, 50 square plots of 1800m² have been installed in all the plant formations identified in the forest and consumption surveys carried out among neighboring populations.

The spatial distributions of the most popular species (*Parkia biglobosa*, *Vitellaria paradoxa*, *Adansonia digitata*, *Vitex doniana*, *Spondias Mombin*) vary in shape and indicate a threat to their population. The plant communities sheltering these ELAs constitute environments that are not very selective and relatively diversified in ELA, as demonstrated by the relatively high values of the ecological indices. The operation of an ELA by local populations depends on its availability and accessibility. However, several ELAs are still insufficiently exploited, despite their nutritional value. The enhancement and integration of these species into agroforestry systems could be beneficial to neighboring populations.

Keywords – Atcherigbe, structural characteristics, Woody Food Species (ELA)

I. INTRODUCTION

Les écosystèmes forestiers des pays de l'Afrique sont connus comme faisant partie des plus diversifiés (abondance et richesse spécifique) en termes d'espèces végétales et animales. Ils jouent un rôle crucial dans la conservation de la vie des populations humaines [1]. Ces écosystèmes forestiers interviennent dans la régulation des systèmes climatiques mondiaux [2].

La distribution par classes de diamètre varie en fonction des facteurs du milieu tels que les conditions environnementales, les conditions climatiques, les processus de régénération et la concurrence pour les ressources [3]. Sa connaissance est indispensable pour renseigner sur l'écologie des espèces, les contraintes sylvicoles éventuelles et l'état de la ressource. La répartition spatiale d'une espèce donne des idées sur l'occupation de l'espace par l'espèce et peut renseigner sur les mécanismes de dispersion de l'espèce ainsi que ses préférences stationnelles [4]. Elle renseigne également sur la biologie de l'espèce, l'utilisation des ressources de la forêt par l'espèce et comment l'espèce est utilisée comme ressource.

L'aménagement d'un peuplement forestier fait appel à la maîtrise de la structure en diamètre et en hauteur des arbres. Ces structures révèlent des événements qui sont liés à la vie des peuplements [5]. Les peuplements forestiers quels que soient leurs états, présentent des structures-types, soient monospécifiques ou multispécifiques, équiennes, jeunes ou âgés. Il est donc confirmé que les structures en diamètres et en hauteur de ces types de peuplements forestiers s'ajustent à des distributions théoriques connues [6]. D'après [7], en structure équienne, les grosseurs par classes de diamètre présentent une distribution typique s'apparentant souvent à une courbe de Gauss qui peut devenir dissymétrique voir bimodale dans certaines circonstances. Selon les mêmes auteurs, dans un peuplement équien, tous les arbres ont le même âge ou à peu près avec une faible variation de la hauteur s'expliquant principalement par leur position sociale (dominants, co-dominants). Deux grands types de distribution diamétrique sont couramment distingués : les distributions de type exponentielle décroissante pour les essences sciaphiles et les distributions en « cloche » pour les essences héliophiles [8].

Selon [9], la distribution des individus par catégorie de grosseur présente un grand intérêt en matière de gestion forestière car elle est une expression de la structure du peuplement. La distribution en classe de diamètre obtenu pour l'ensemble du peuplement des espèces ligneuses alimentaires suit une distribution puissance décroissante traduisant la prédominance d'individus de petites classes de diamètres. On en déduit que le peuplement est relativement jeune. Cependant, selon [10], la distribution par classe de diamètre n'est pas un bon outil pour prédire la tendance futur d'une population d'arbres. Il faut une combinaison de la distribution des classes de diamètre avec certains paramètres

biologiques tels que le taux de production des juvéniles et de mortalité annuelle de l'espèce, le tout s'intégrant dans un modèle. Ainsi un modèle établi à partir de cet ensemble permettrait de mieux prédire la tendance future de la population d'un arbre. Par ailleurs, si la distribution des classes de diamètre devrait être utilisée pour prédire la dynamique d'une population d'arbres, l'analyse basée sur les formes de la distribution ne serait pas le mieux indiqué. Dans une étude conduite par [11], plusieurs indices caractérisant les distributions par classe de diamètre d'un peuplement ont été testés pour prédire la dynamique des espèces tropicales dans ou entre les forêts tropicales humides. Ainsi, ils trouvent que c'est le coefficient de Skewness (coefficient d'asymétrie) qui est le seul qui permet de prédire efficacement la dynamique des espèces tropicales à l'intérieur d'une forêt. Ainsi, la dynamique des espèces étudiées dans les différentes formations végétales a été appréciée à partir de ce coefficient.

La valeur du coefficient d'asymétrie de l'ensemble du peuplement des ELA est supérieure à zéro avec une dissymétrie droite indiquant que le peuplement est en déclin et qu'il faille développer des stratégies pour permettre aux jeunes arbres d'arriver à maturité. Pour *Parkia biglobosa*, le coefficient d'asymétrie est supérieur à zéro et la distribution par classe de diamètre présente une dissymétrie désaxée vers la droite [12]. Ainsi les individus de classe d'âge élevé sont dominants, en opposition à ceux de classe d'âge inférieur et le rythme d'expansion des individus est faible. Il faudrait donc penser aux stratégies pouvant regarnir le peuplement. Ainsi, grâce à la réintroduction de l'espèce dans les systèmes agroforestiers et la domestication de l'espèce on pourrait avoir de jeunes peuplements. De plus les fortes valeurs des densités de régénération de l'espèce sont encourageantes quant à l'avenir du peuplement [13].

Concernant *Vitellaria paradoxa* et *Vitex donania*, ces espèces présentent les mêmes caractéristiques que *Parkia biglobosa* en terme de leur distribution en classe de diamètre et nécessitent donc les mêmes mesures d'aménagement. Mais les valeurs de leurs densités de régénération sont faibles et sont moins encourageante quant à l'avenir des peuplements ; *Adansonia digitata* et *Spondias monbin* présentent quant à eux des coefficients d'asymétrie inférieurs à zéro et leurs distributions par classes de diamètre présentent une dissymétrie désaxée vers la gauche [14]. Ainsi, les individus de classe d'âge élevé sont moins dominants, en opposition à ceux de classe d'âge inférieur et le rythme d'expansion des individus est élevé. Néanmoins lors de l'inventaire de la régénération, les régénérations de *Adansonia digitata* n'ont pas été remarquées, ses fruits étant en totalité ramassés. Les régénérations de *Spondias monbin* bien qu'existantes sont de densité très faibles révélant une probable surexploitation de ses fruit

Pour [15], bien que la distribution des arbres par classes de diamètre est actuellement la donnée fondamentale pour l'étude statistique des forêts tropicales, elle ne rend pas suffisamment compte des distributions réelles des arbres par

classes de diamètre. Il apparaît important de prendre en compte les influences des principaux facteurs du milieu (sol, topographie, etc.), la dynamique d'occupation des sols et les phénomènes de compétition et pour une meilleure étude de la distribution et de l'architecture des forêts.

La présente recherche a donc pour objectif d'estimer les caractéristiques structurales des populations des Espèces Ligneuses Alimentaires (ELA) de la forêt classée d'Atchérigbé dans la Commune de Djidja au Bénin.

II. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

2-1. Situation géographique du milieu d'étude

La forêt classée d'Atchérigbé est située dans la commune de Djidja, département du Zou à environ 40 km au Nord de

Bohicon. Elle est située dans l'arrondissement de Setto et fait frontière dans sa partie Nord avec le département des Collines. Elle est géographiquement située entre 7°30' et 7°34' latitude Nord et 2°04' et 2°09' longitude Est. Elle est traversée dans le sens Sud-Est-Nord-Ouest par la voie bitumée Inter-Etat Bohicon- Parakou et s'étend sur 6,5 km environ du côté Sud de la voie bitumée et sur 7,8 km du côté Nord avec une discontinuité de 2,8 km à la hauteur du point kilométrique 169,11 à 171,9 du chemin de fer Cotonou-Parakou (Figures 1).

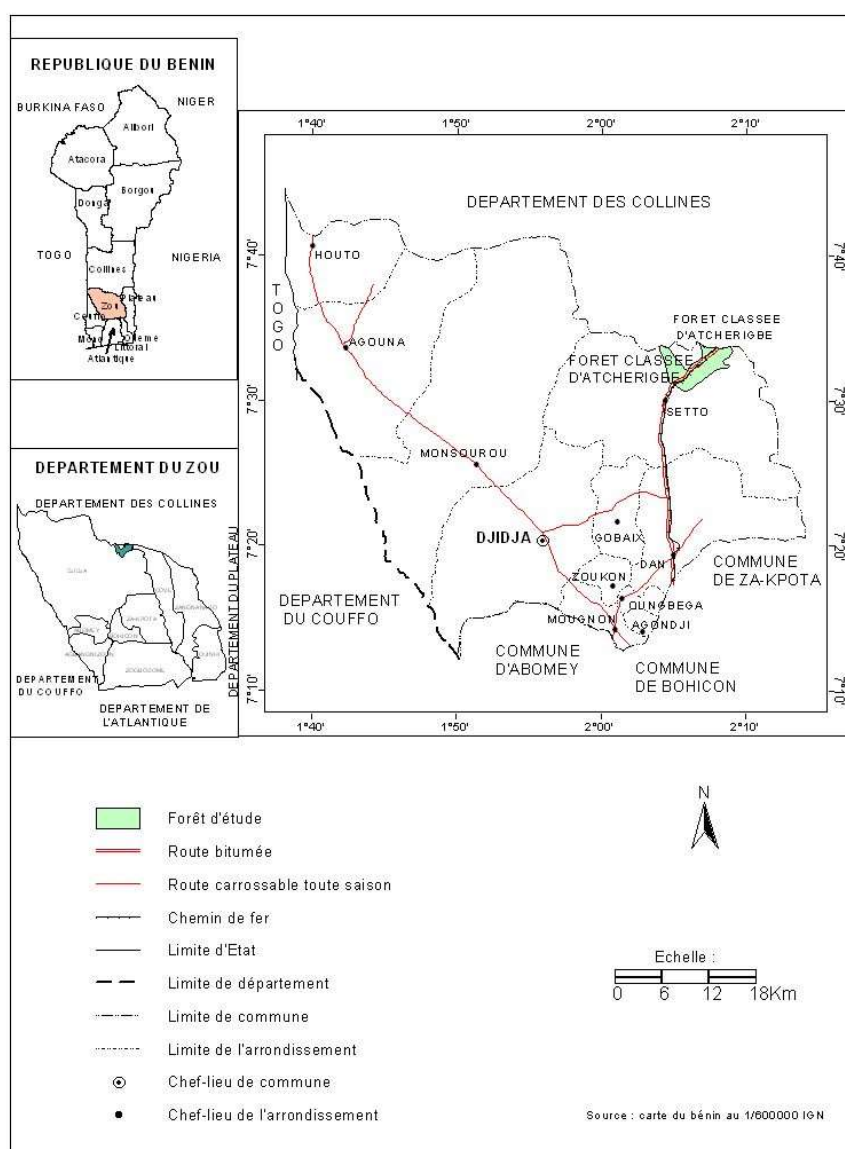


Figure 1: Situation géographique de la forêt classée d'Atchérigbé

De point de vue climatique, la Forêt Classée d'Atchérigbé (FCA) est située dans la zone dite de transition guinéo-soudanienne et dans le district phytogéographique du Zou. Ce district est caractérisé par un climat du type soudano-guinéen avec une pluviométrie annuelle d'environ 1100 mm [16].

En outre, la température moyenne annuelle est de 28° C et les périodes les plus chaudes se situent en fin de saison sèche entre février et mars avec une température maximale de 35° C. Le mois le plus frais est le mois d'août avec une température moyenne de 24°C. L'humidité relative moyenne mensuelle varie de 70 à 80 % et reste assez élevée même en saison sèche. La vitesse du vent varie de 1 à 2,1m/s et la direction dominante du vent est le sud-ouest. La vitesse est relativement élevée au cours de la période de mars à août. La durée moyenne mensuelle de l'insolation varie entre 112 et 230 heures [8].

Durant la période de fin juillet à début septembre l'insolation moyenne est relativement faible. Par ailleurs, la forêt classée d'Atchérigbé appartient à la région des savanes décrites au centre du Bénin.

Sur le point démographique, le domaine classé est entouré et, en partie, occupé par une population rurale composée en majorité des Fon. Ces populations qui l'entourent sont essentiellement les autochtones des villages de Setto et de Zouto (village situé à la limite nord-est de la forêt classée dans le département des Collines). À part ces populations riveraines, on rencontre plusieurs hameaux implantés à divers endroits dans la forêt. Ce sont pour l'essentiel les hameaux nommés Vlèkètè, Yinzounmè, Sahègon. Ces hameaux sont peuplés de colons agricoles venus pour la plupart de la partie sud du département du Zou, de l'Atlantique et du Couffo. L'arrondissement de Setto auquel appartient le domaine classé a une population évaluée à 8826 habitants; ce qui représente 10,44 % environ de la population totale de la commune. La population masculine est évaluée à 4353 habitants soit 49,32 % de la population totale contre 4473 femmes soit 50,67 % [17].

2.2. Méthodes

2.2.1. Choix des villages d'étude

Au cours d'une phase exploratoire, toutes les ethnies de la zone d'étude ont été recensées. Il ressort que le fon est l'ethnie majoritaire suivie de celle des idatcha. Deux villages ont été alors retenus : le village d'Atchérigbé et celui de Zouto ; le premier abrite en majorité des fons et le second des Idatcha.

2.2.2. Méthode d'analyse des données d'inventaire forestier

Les données collectées ont servi à calculer divers paramètres (dendrométriques et écologiques) pour les ELA identifiées et pour chaque formation végétale.

- **La richesse spécifique en ligneux alimentaire** (S_{la} , en ELA): elle représente le nombre total

d'espèces ligneuses alimentaires (ELA) présentes dans un milieu donné.

- **L'indice de diversité de Shannon** (H , en bits), défini par la formule suivante:

$$H = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{n} \log_2 \frac{n_i}{n};$$

n_i étant le nombre d'individus du ligneux alimentaire i , n le nombre d'individus de tous les ligneux alimentaires inventoriés dans chaque plateau. Cet indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon équitable sur toutes les espèces.

- **L'équitabilité de Pielou** (Eq): elle équivaut au rapport de H à l'indice maximal théorique dans le peuplement (H_{max}):

$$Eq = \frac{H}{H_{max}} \text{ avec } H_{max} = \log_2 S_{la};$$

H_{max} , représente l'indice de diversité maximale théorique de Shannon des ELA dans le peuplement. L'indice Eq peut varier de 0 à 1; il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et minimal quand une seule espèce ou un petit groupe d'espèces domine tout le peuplement.

- **Indice de Green** (IG): c'est une version améliorée de l'indice de Blackman (IB) qui permet d'apprécier la distribution des arbres d'une espèce donnée au sein d'un groupement végétal donné (Jayaraman, 1999).

$$IG = \frac{(IB-1)}{n-1}; \quad IB = \frac{S_N^2}{N}$$

Dans l'expression ci-dessus, N et S_N^2 sont respectivement la moyenne et la variance de la densité de l'espèce dans la formation végétale. IG varie de 0 (pour la dispersion aléatoire) à 1 (pour le regroupement maximal).

- **La densité des ELA** (N en nombre d'arbres/ha)

La densité est le nombre d'arbres de Dbh ≥ 10 cm par unité de surface :

$$N = \frac{10000 \times n}{S}$$

Avec n , le nombre total de tiges de l'ELA compté dans un plateau et S , la taille du plateau, soit 1800 m².

- **La densité de régénération des ELA (Nr, en nombre de pieds/ha)**

C'est le nombre d'individus de l'espèce de Dbh < 10 cm par unité de surface. Elle est calculée suivant la formule ci-dessous :

$$Nr = \frac{10000 \times n_r}{S_r}$$

Avec n_r , le nombre total de pieds compté par placette et S_r , la taille de l'unité d'échantillonnage, soit $4 \times 25 \text{ m}^2 = 100 \text{ m}^2$.

Les moyennes et les coefficients de variation (CV en %) de N et Nr ont été calculés pour chaque formation végétale et pour chacune des ELA. Deux ANOVA à un critère de classification (densité N d'une part et Nr d'autre part) ont été effectuées pour tester s'il existe une différence significative entre les formations végétales.

2.2.3. Etablissement de la structure en diamètre des ELA

La structure diamétrique a été réalisée pour l'ensemble des ELA et pour toute la forêt classée. L'analyse log-linéaire de [18], exécutée avec le logiciel SAS [19] pour chaque cas, pour tester l'adéquation de la structure observée à la distribution de Weibull à 3 paramètres ayant révélé un mauvais ajustement ; les paramètres de forme des distributions diamétriques ci-dessous présentés ont été calculés et interprétés. Le même procédé a été suivi pour les cinq espèces ligneuses alimentaires les plus fréquemment citées par les populations riveraines et ce pour toute la forêt classée. Les paramètres de forme des distributions diamétriques calculées sont :

- **Le coefficient du moment d'asymétrie est donné par la formule :**

$$\beta_1 = \frac{\mu_3}{\mu_2^2} \text{ Avec } \mu_r = \sum_{i=1}^N (x_i - x)^r / N$$

- **Le coefficient du moment d'aplatissement est donné par la formule :**

$$\beta_2 = \frac{\mu_4}{\mu_2^2}$$

Avec μ_2 , μ_3 et μ_4 , désignant respectivement les deuxième, troisième et quatrième moment centré d'une distribution donnée. μ_3 désigne aussi le coefficient d'asymétrie.

Si $\beta_1 = 0$; nous avons une distribution symétrique ;

Si $\mu_3 < 0$, nous avons une distribution désaxée vers la gauche (indiquant une population en expansion) ;

Si $\mu_3 > 0$, nous avons une distribution désaxée vers la droite (indiquant une population en déclin) ;

Si $\beta_2 = 3$; nous avons une distribution mésocurtique ou normale ;

Si $\beta_2 > 3$; nous avons une distribution plus pointue que la normale ou leptocurtique ;

Si $\beta_2 < 3$; nous avons une distribution plus aplatie que la normale ou platycurtique.

Cette approche méthodologique a permis d'obtenir les résultats ci-après.

III. RÉSULTATS

3.1- Caractéristiques structurales des populations d'espèces ligneuses alimentaires dans la forêt classée d'Atchérigbé

3.1- Paramètres biologiques des espèces ligneuses alimentaires dans la forêt classée d'Atchérigbé

Les paramètres écologiques calculés pour caractériser les ELA de la forêt classée d'Atchérigbé (FCA) (Tableau 1) indiquent que la richesse spécifique en ligneux alimentaires est de 22 espèces. Les valeurs obtenues de l'indice de Shannon (H) et de l'équitabilité de Piélou (Eq) sont relativement élevées; le milieu est donc relativement peu sélectif et relativement diversifié en ligneux alimentaires.

Tableau 1. Récapitulatif des paramètres biologiques des ligneux alimentaires

Paramètres biologiques	Valeurs
Richesse spécifique en ligneux alimentaire (S_{la})	22,00
Indice de diversité de Shannon (H, en Bits)	4,15
Equitabilité de Piélou (Eq)	0,93

Source : Enquête de terrain, juin 2019

Par ailleurs, les valeurs obtenues de l'indice de Green (IG) pour chaque ELA et par formation végétale (Tableau 2) sont toutes faibles puisqu'elles varient de 0,01 à 0,21. On peut donc conclure à une distribution relativement aléatoire pour chaque ELA et dans toutes les différentes formations végétales considérées.

Tableau 2. Valeurs de l'indice de Green par espèce et par formation végétale

Espèces	Indice de Green (IG) par formation végétale				
	Champ	Forêt galerie	Jachère	savane arborée/arbustive	savane arbustive
Adansonia digitata	0,09	-	0,09	0,07	0,06
Annona senegalensis	-	0,04	0,09	0,08	0,04
Bligia sapida	0,14	-	0,13	0,06	0,04
Borassus aethiopium	0,16	-	0,13	-	-
Cola nitida	-	0,07	-	-	-
Cynometra megalophylla	-	0,04	-	0,06	-
Dialium guineense	-	0,02	-	-	-
Ficus umbellata	-	-	0,13	0,08	0,10
Flacourtia indica	-	0,05	-	0,05	0,08
Irvingia gabonensis	0,16	0,06	-	-	0,08
Lecaniodiscus cupanoïdes	-	0,07	-	0,06	0,07
Parkia biglobosa	0,04	-	0,01	0,04	0,06
Prosopis africana	-	-	-	0,06	0,06
Pterocarpus santalinoïdes	-	0,11	-	-	-
Sarcocephalus latifolius	-	0,02	0,21	0,06	0,06
Spondias monbin	-	0,07	0,09	0,07	0,12
Strychnos spinosa	-	-	0,21	0,04	0,08
Tamarindus indica	0,14	-	0,13	0,07	0,07
Uvaria chamae	-	0,07	-	-	-
Vitellaria paradoxa	0,16	0,17	0,16	0,06	0,06
Vitex donania	-	0,07	0,11	0,09	0,12
Ximenia americana	-	-	0,11	0,04	0,04

Source : Enquête de terrain, juin 2019

3.2.2. Densités des espèces ligneuses alimentaires de la forêt classée d'Atchérigbé

3.2.2.1. Densités totales des espèces ligneuses alimentaires par formation végétale

Les résultats d'analyse de la variance suivie du test de Tukey de comparaison des moyennes des densités totales des ELA par formation végétale, indiquent qu'il existe une différence hautement significative ($P > 0,001$) entre les formations végétales. Ces mêmes résultats révèlent que les

densités des ELA en champ et en jachère ne sont pas significativement différentes mais sont inférieures à celles des forêts galerie, des savanes arbustives et des savanes arborées/arbustives qui ne sont pas à leur tour significativement différentes entre elles.

Le tableau 3 présente les valeurs de ces densités et leur coefficient de variation. On observe que les densités des ELA suivant les formations végétales varient de 18 à 35 tiges/ha. Ces valeurs sont très faibles et indiquent un niveau de dégradation avancée de la forêt classée d'Atchérigbé.

Tableau 3. Densité moyenne totale (N) et coefficient de variation (CV) des espèces par formations végétales

	Champ	Forêt galerie	Jachère	savane arborée/arbustive	savane arbustive
N; (Tiges/ha)	18b	34a	22b	35a	29a
CV (%)	26	23	40	12	18

Source : Enquête de terrain, juin 2019

Les nombres accompagnés des mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

3.2.2.2 Densités par espèce et par formation végétale

Les résultats d'estimations des densités de chaque ELA par formation végétale sont présentés au tableau 4. Ce dernier indique que les densités de chacune des ELA par formation végétale sont très faibles et varient de 1 à 11 tiges/ha.

L'espèce *Parkia biglobosa* se démarque par les plus fortes valeurs prises par ses densités dans les différentes formations végétales (sauf en forêt galerie où l'espèce n'a pas été inventoriée) avec une valeur maximale de 11 tiges/ha en champ. Par contre, l'espèce *Vitellaria Paradoxa* qui a eu la plus grande fréquence de citation (80%) présente de très faibles valeurs de densité avec une valeur maximale de 3 tiges/ha en savane arbustive.

Tableau 4. Densités moyennes et leur erreur type de chaque espèce par formation végétale.

Espèces	Densité par formation végétale (nombre de tiges/ha)				
	Champ	Forêt galerie	Jachère	savane arborée/arbustive	savane arbustive
<i>Adansonia digitata</i>	2±0,4	-	2±0,3	4±0,5	-
<i>Annona senegalensis</i>	-	2±0,3	2±0,3	2±0,4	2±0,3
<i>Bligia sapida</i>	1±0,3	-	1±0,2	2±0,4	1±0,2
<i>Borassus aethiopicum</i>	1±0,2	-	1±0,2	-	-
<i>Dialium guineense</i>	-	6±0,4	-	-	-
<i>Parkia biglobosa</i>	11±0,6	-	6±0,3	6±0,6	2±0,2
<i>Prosopis africana</i>	-	-	-	2±0,3	4±0,4
<i>Pterocarpus santalinoïdes</i>	-	4±0,6	-	-	-
<i>Uvaria chamae</i>	-	4±0,5	-	-	-
<i>Vitellaria paradoxa</i>	1±0,2	1±0,4	2±0,5	2±0,3	3±0,4
<i>Vitex donania</i>	-	3±0,4	1±0,3	3±0,6	4±0,4
<i>Ximenia americana</i>	-	-	1±0,3	2±0,4	2±0,2

Structures en diamètre des populations des espèces ligneuses alimentaires dans la forêt classée d'Atchérigbé

Les structures en diamètre de l'ensemble des espèces ligneuses alimentaires (ELA) et de seulement cinq ELA sont présentées. Il s'agit en effet des cinq premières ELA qui ont obtenu les plus grands scores de réponse, révélant l'intérêt que les populations leur portent et par ricochet la probable forte pression qui peut être exercées sur elles. De plus, ces structures en diamètre sont présentées pour toute la forêt

classée puisqu'aucune information supplémentaire d'intérêt ne sera apportée en effectuant les structures par formation végétale vu les valeurs très faibles des densités de chaque ELA par formation végétale.

3.2.3.1. Structure en diamètre du peuplement des espèces ligneuses alimentaires dans la forêt classée d'Atchérigbé

La structure en diamètre du peuplement des ELA ne s'ajuste pas bien à la distribution de Weibull à trois paramètres d'après les résultats de l'analyse Log-linéaire

effectuée pour tester l'adéquation de la structure observée à la distribution de Weibull ($p < 0,05$). Cependant la structure observée s'ajuste bien à une distribution puissance décroissante avec un coefficient de détermination R^2 égal à 0,98 (Figure 2). Par ailleurs, les résultats de calcul des

paramètres de forme de la distribution des diamètres indiquent que la distribution est plus aplatie que la normale ou platicurtique ($\beta_2 < 3$) et présente une dissymétrie droite ($\beta_1 \neq 0$ et $\mu_3 > 0$) indiquant ainsi que le peuplement est en déclin.

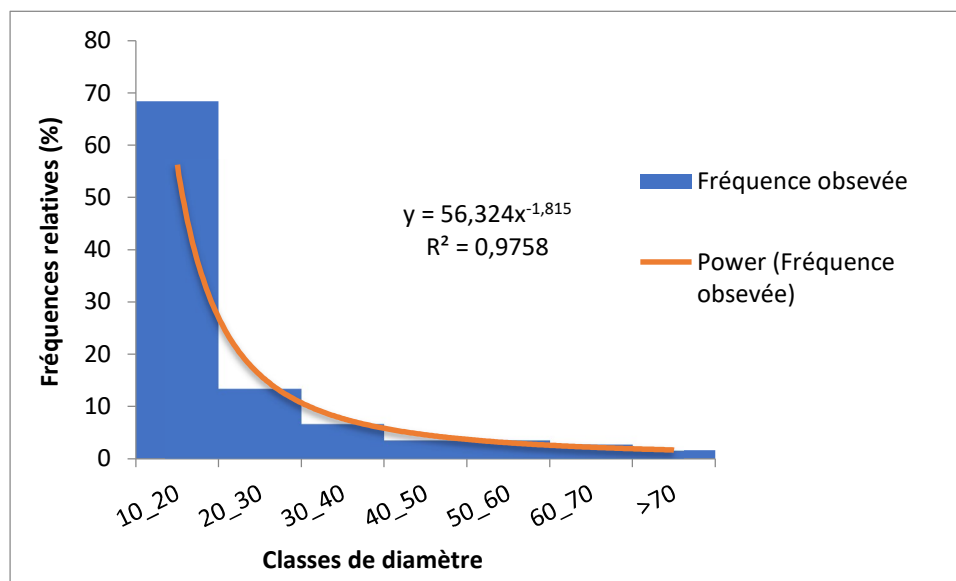


Figure 2. Structure en diamètre du peuplement des espèces ligneuses alimentaires.

Source : Enquête de terrain, juin 2019

3.2.3.2. Structure en diamètre des populations des cinq espèces ligneuses alimentaires à plus grands scores de réponses

Les cinq espèces ligneuses alimentaires considérées sont par ordre alphabétique des genres: *Adansonia digitata*, *Parkia biglobosa*, *Spondias monbin*, *Vitellaria paradoxa* et *Vitex donania*. Les structures en diamètre de ces ELA ne s'ajustent pas bien à la distribution de Weibull à trois

paramètres d'après les résultats des analyses Log-linéaire effectuées pour tester l'adéquation des structures observées à la distribution de Weibull ($p < 0,05$). Cependant les paramètres de forme des distributions observées sont calculés et présentés au tableau 5. Ce dernier indique que les populations de *Adansonia digitata* et de *Spondias monbin* sont en expansion alors que celles de *Parkia biglobosa*, *Vitellaria pardoza* et *Vitex donania* sont en déclin.

Tableau 5. Paramètres de forme des structures en diamètre des cinq espèces ligneuses alimentaires plus fréquemment citées

Espèces	β_1	β_2	μ_3	Interprétation	Conclusion
<i>Adansonia digitata</i>	0,90	3,54	-1325,97	Distribution leptocurtique avec dissymétrie gauche	Population en expansion
<i>Parkia biglobosa</i>	5,03	10,62	+15370,16	Distribution platicurtique avec dissymétrie droite	Population en déclin
<i>Spondias monbin</i>	0,64	3,21	-18,93	Distribution leptocurtique avec dissymétrie gauche	Population en expansion
<i>Vitellaria paradoxa</i>	5,74	7,19	+21020,27	Distribution platicurtique avec dissymétrie droite	Population en déclin

<i>Vitex donania</i>	1,39	3,78	+48,94	Distribution platicurtique avec dissymétrie droite	Population en déclin
----------------------	------	------	--------	--	----------------------

Source : Enquête de terrain, juin 2019

3.3. Densités de régénération des espèces ligneuses alimentaires de la forêt classée d'Atchérigbé

3.3.1. Densité totale de régénération des espèces ligneuses alimentaires par formation végétale

Les résultats d'analyse de la variance suivie du test de Tukey de comparaison des moyennes des densités totales de régénération des ELA par formation végétale, indiquent qu'il existe une différence hautement significative ($P > 0,001$) entre les formations végétales. Ces mêmes résultats révèlent que la densité de régénération des ELA en champ est

significativement inférieure à celles des jachères, des forêts galerie, des savanes arbustives et des savanes arborées/arbustives qui ne sont pas à leur tour significativement différente entre elles.

Le tableau 6 présente les valeurs de ces densités de régénération et leur coefficient de variation. On observe que les densités de régénération des ELA suivant les formations végétales varient de 211 à 1631 tiges/ha. Ces valeurs sont assez élevées et indiquent que le peuplement est en cours de renouvellement.

Tableau 6. Densité moyenne totale de régénération (Nr) et coefficient de variation (CV) des espèces par formation végétale.

Formation végétale	Nr	CV (%)
Champ	211b	60,12
Forêt galerie	1380a	18,45
Jachère	944a	107,19
Savane arborée/arbustive	1244a	58,54
Savane arbustive	1631a	47,73

Source : Enquête de terrain, juin 2019

Les nombres accompagnés des mêmes lettres ne sont significativement différents au seuil de 5 %.

3.3.2. Densités de régénération par espèce et par formation végétale

Les résultats d'estimations des densités de régénération de chaque ELA par formation végétale sont présentés au tableau 7. Ce dernier indique que les densités de régénération de chacune des ELA par formation végétale sont assez élevées et varient de 11 à 638 tiges/ha.

L'espèce *Sarcephalus latifolius* se démarque par de fortes valeurs de densités de régénération dans les formations végétales où elle est présente, variant de 300 à 638 tiges/ha. Elle est suivie de *Vitex donania* avec des valeurs variant de 44 à 200 tiges puis de *Parkia biglobosa* avec des valeurs allant de 67 à 156 tiges/ha. Les autres espèces présentent des valeurs moins élevées mais *Bligia sapida* porte des valeurs nettement faibles égales à 11 tiges/ha.

Tableau 7. Densités moyennes de régénération de chaque espèce par formation végétale.

Espèces	Champ	Forêt galerie	Jachère	Savane arborée/arbustive	Savane arbustive
<i>Annona senegalensis</i>	-	-	-	122	154
<i>Bligia sapida</i>	11	-	-	11	-
<i>Borassus aethiopium</i>	22	-	11	-	-
<i>Spondias monbin</i>	-	-	33	56	15
<i>Strychnos spinosa</i>	-	-	44	22	131

Uvaria chamae	-	120	-	-	-
Vitellaria paradoxa	33	-	56	211	292
Vitex donania	-	130	44	200	100
Ximenia americana	-	-	22	89	38

Source : Enquête de terrain, juin 2019

IV. DISCUSSION

Les valeurs des indices écologiques pour les ELA dans la forêt classée, indiquent que le milieu est relativement peu sélectif et relativement diversifié en ligneux alimentaires. La grande diversité des sols qui caractérise cette étendue forestière peut expliquer ces résultats

Les espèces ligneuses alimentaires étudiées ont une densité moyenne comprise entre 18 et 35 tiges/ha. La plus forte densité est observée en savane arborée et arbustive tandis que la plus faible densité est observée en champ. La valeur relativement faible observée pour le champ s'explique par le fait qu'elle constitue une formation fortement anthropisée [20].

La valeur de l'indice de Green obtenue indique un regroupement très faible des individus des espèces. Cependant, quelques regroupements des individus (*Sarcocephalus latifolius*) sont parfois observés mais sur de faible étendue.

Les densités moyennes des ELA dans les différentes formations végétales sont très faibles et le sont encore plus par rapport aux valeurs obtenues par [21] pour les ELA de la forêt classée de Pénésoulou. Seule, *Parkia biglobosa* porte des valeurs élevées de densité surtout en champ. Ceci montre que la pratique de l'agroforesterie à base de cette espèce est très répandue dans le milieu [8]. Tous ces résultats révèlent que la forêt classée d'Atcherigbe est dans un état de dégradation avancée comme le confirme les observations faites sur le terrain. L'aménagement de la forêt se fait donc nécessaire pour la restauration et le maintien de l'équilibre écosystémique. Ceci pourrait se faire par des actions d'enrichissement, de plantations d'espèces à croissance rapide (Teck, Gmelina), de promotion de l'agroforesterie à base d'espèces d'intérêt pour la population et par des essais de domestication. En effet, pour [22], l'inconvénient que présente l'utilisation fréquente des espèces végétales, sans aucune tentative de domestication est l'augmentation de leur vulnérabilité. C'est pourquoi en réponse à une dégradation rapide et intense de la végétation forestière, la domestication des espèces forestières utiles est de plus en plus recommandée à travers l'Afrique [23]. Toutefois, la domestication des espèces ligneuses est un processus complexe et global en ce sens qu'il englobe à la fois des aspects biologiques, socio-économiques des espèces concernées ainsi que la situation socioéconomique du paysan qui s'engage dans ce processus [8]. Pour cela, la démarche à suivre serait de recenser dans un premier temps, les espèces que les paysans aimeraient planter. Ensuite, des formations

sur les techniques culturales de ces espèces leur seront données, de même que les semences dont le potentiel de germination est intact et pour lesquels les conditions du milieu seraient propices (température, pluviométrie, nature du sol, etc.). Ce matériel leur permettrait d'effectuer eux-mêmes leur essai de culture. Car, il est important de soutenir les initiatives locales mais pas de les devancer [13].

Cependant, bien que la domestication soit une alternative pour la conservation des espèces, elle s'accompagne souvent selon [10] du déclin ou de la disparition des espèces dites sauvages et donc de la diversité locale. Mais par contre, lorsque la domestication et la plantation ne se substituent pas à la conservation des espèces endogènes, elles deviennent intéressantes pour garantir la diversité de ces espèces. Pour y parvenir, l'agroforesterie semble pour [13] une solution objective. [8] a identifié les végétaux ligneux alimentaires à potentialité agroforestière dans les zones tropicales, à partir des observations faites dans les systèmes agricoles traditionnels. Les espèces ligneuses alimentaires à potentialités agroforestières présentes dans la zone d'étude sont : *Adansonia digitata*, *Blighia sapida*, *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*. L'intérêt alimentaire et commercial de ces ressources favorise leur intégration dans les systèmes agroforestiers traditionnels et constitue de ce fait une approche de solution pour leur durabilité.

V. CONCLUSION

La présente recherche a permis d'évaluer les caractéristiques des populations des Espèces Ligneuses Alimentaires (ELA) de la forêt classée d'Atcherigbe dans la Commune de Djidja au Bénin. Les paramètres de forme des structures en diamètre obtenues pour les populations de *P. biglobosa*, *V. paradoxa* et de *V. doniana* révèlent que ces peuplements menacés d'où la nécessité d'envisager des mesures de conservation à leur endroit dans la FCA.

En outre, Les ELA identifiées ont une distribution aléatoire dans la forêt ce qui dénote de la faible valeur de leur indice de Green obtenue. La densité moyenne des populations d'ELA dans les différentes formations varient de 18 à 35 tiges/ha. Etant donné que notre étude a été effectuée sur une courte durée, de nombreuses données indispensables à la détermination d'un niveau d'exploitation biologiquement durable des ELA restent inexistantes.

REFERENCES

- [1] C. A. Adomou, H. G. Dassou, G. H. A. Houenon, A. Alladayé et H. Yedomonhan, "Comprendre les besoins en ressources végétales des populations riveraines pour

- une gestion durable de la forêt Bahazoun au Sud-Bénin (Afrique de l'Ouest)'. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11 (5), pp. 2040-2057, 2017.
- [2] FAO, Evaluation des Ressources Forestières Mondiales. Rome, Italie. 320 p, 2015.
- [3] C. Herrero-Jáuregui, C. García-Fernández, Sist PL, Casado MA. Recruitment dynamics of two low-density neotropical multiple-use tree species. *Forest Ecology and Management*, 212 (9): 1501–1512, 2011.
- [4] SL Comita, R. Condit, PH. Stephen, Developmental changes in habitat associations of tropical trees. *Journal of Ecology*, **95**: 482–492, 2007.
- [5] J. Rondeux, La mesure des peuplements forestiers. Presses agronomiques de Gembloux, 2ème éd. Gembloux, Belgique, 521p, 1999.
- [6] W. Law & J. Salick, Human-induced dwarfing of Himalayan snow lotus, *Saussurea laniceps* (Asteraceae). *Proceedings of the National Academy of Science, USA*, 102p, 2005.
- [7] C.M.A. Bikoué & H. Essomba, Gestion ressources naturelles fournissant les produits forestiers non ligneux en Afrique Centrale, Projet GCP/RAF/398/GER, Programme Produits Forestier Non Ligneux, No.5., Département Forêt, Rome, FAO, 83p + annexes, 2006.
- [8] G. Djissonon, *Exploitation des espèces ligneuses alimentaires de la forêt Classée D'Atcherigbe (Commune de Djidja)*. Mémoire du 3^{ème} cycle, pour le Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées (DESS). Université de Parakou. 77p, 2013.
- [9] G. A. Assogba, A. B. Fandohan, V. K. Salako et A. E. Assogbadjo, « Usages de *Bombax costatum* (Malvaceae) dans les terroirs riverains de la Réserve de biosphère de la Pendjari, République du Bénin », *Bois et Forêts des Tropiques*, 333, pp. 17-29, 2017.
- [10] A. Houngpèvi, Contribution à la gestion durable des forêts: caractéristiques écologiques et structurales de la forêt naturelle de Massi (Lama) au sud du Bénin. Thèse d'ingénieur agronome, Université d'Abomey Calavi/Faculté des Sciences Agronomiques, Bénin, p. 137, 2008.
- [11] SKG Sinasson, Dynamique des forêts naturelles de Bonou et d'Itchêbè-Toffo, Sud-Bénin. Thèse de Diplôme d'Etude Approfondie, Université d'Abomey-Calavi/Faculté des Sciences Agronomiques, Bénin, 143p, 2010.
- [12] E. Dossou, G. L. Houessou, O.T. Lougbégnon, A. H. B. Tenté, J. T. C. Codjia, 2012, «Etude ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécageuse d'Agonvè et terroirs connexes au Bénin », *Tropicultura*, 30(1), pp. 41-48, 2012.
- [13] Houessou G.L., Lougbegnon O.T., Gbesso G.H.F., Anagonou S.E.L., Sinsin B., Ethnobotanical study of the African star apple (*Chrysophyllum albidum* G. Don) in the Southern Benin (West Africa). *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*: 8:40, 1-10, 2012.
- [14] R. Vihotogbé, *Diversité Biologique et Potentialités Socioéconomiques des Ressources Alimentaires Forestières Végétales – RAFVs (Produits Forestiers non Ligneux – PFNLs) de la Forêt de Pobè et des zones connexes*. Thèse d'ingénieur : Cotonou/ FSA/ UAC, 102p, 2001.
- [15] G.F. Vodouhè, O. Coulibaly, C. Greene et B. SINSIN, «Estimating local values of non-timber forest products to Pendjari Biosphere Reserve dwellers in Benin, Econ. Bot., 63, pp. 397-412, 2009.
- [16] Institut national de la statistique et de l'analyse économique (INSAE), Effectifs de la population des villages et quartiers de ville du Bénin, RGPH4, 85 p, 2015.
- [17] H. M. Caswell, Population Models: construction analysis and interpretation. 2nd Ed. Sinauer Associates, p.97, 2001.
- [18] SAS Institute Inc. (2003) SAS OnlineDoc 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- [19] A. G. Oscar Amoussou, *Ressources Alimentaires Végétales de la Forêt classée de Niaouli (Sud Bénin) : Caractérisation et Mode de Valorisation*. Thèse d'ingénieur. Cotonou/FSA/ UAC. 74p, 2006.
- [20] L. E. Dossou, Diversité biologique et modes d'utilisation des espèces ligneuses alimentaires de la forêt classée de pénessoulou. Mémoire d'Ingénieur Agronome, 73p, 2008.
- [21] K. R. Sambiéni et M. S. T. Adi Mama Perception paysanne sur la fragmentation du paysage de la Forêt classée de l'Ouémé Supérieur au nord du Bénin. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* : 15(2), 1-18, 2015.

- [22] K. R. Sambieni, Efficience des caractéristiques des placettes d'inventaire dans la caractérisation structurale des savanes arborées et arbustives : cas de la forêt classée de l'Ouème supérieur au Nord Bénin. Thèse d'Ingénieur Agronome. Faculté d'Agronomie, Université de Parakou (FA/UP), 58p, 2012.