

Caractérisations phytoécologique et structurale des groupements végétaux abritant *Chrysophyllum albidum* (G. Don) sur le plateau d'Allada au Sud-Benin

François G.H GBESSO^{1*}, Toussaint O. LOUGBEGNON², Brice A.H. TENTE¹, Guy A. MENSAH³
et Brice A. SINSIN⁴

¹Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale, Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Faculté des Lettres, Arts et Sciences humaines, BP : 677 Abomey-Calavi, Benin

²Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agronomiques de Kétou (ENSTA-Kétou), Université d'Agronomie de Kétou (UAK) du Benin, 01 BP 526, Benin

³Institut Nationale de la Recherche Agronomique du Bénin (INRAB), Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Benin

⁴Laboratoire d'Ecologie Appliquée, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Benin

*Correspondance, courriel : fr2gbesso@yahoo.fr

Résumé

Le présent travail a été réalisé pour fournir des données de base pour une meilleure conservation de l'espèce *Chrysophyllum albidum* G. Don sur le plateau d'Allada au Sud-Bénin. Il vise à identifier les différents groupements végétaux au sein desquels évoluent l'espèce, à connaître leur diversité floristique et la structure diamétrique de leurs peuplements ligneux. Les inventaires forestiers ont été réalisés à l'intérieur de 104 placeaux de 50m X 50m installé dans des formations végétales homogènes. Ces inventaires ont permis de discriminer cinq groupements végétaux avec 67 espèces réparties en 7 familles. Les Rubiaceae (50 %), Sterculiaceae (49,2 %) Bignoniaceae (45 %) étaient les familles dominantes. L'indice de Shannon des groupements végétaux varie de 1,31 et 2,99 bits. Les coefficients de *Skewness* des classes de diamètres pour les différents groupements végétaux ont donné des valeurs supérieures à 1. Le vieillissement, l'urbanisation et le caractère sacré de l'espèce sont les principaux facteurs qui accentuent sa disparition sur le plateau d'Allada.

Mots-clés : *relevé floristique, structure diamétrique, Pomme Etoile Blanche, plateau d'Allada, Benin.*

Abstract

Phytoecological and structural characterization of plant communities sheltering *Chrysophyllum albidum* (G. Don) in plateau of Allada in south-Benin

The present work was carried out in order to provide basic data to support a better conservation of the plant species *Chrysophyllum albidum* G Don on the plateau of Allada in the south Benin. It aims at identifying the different plant communities which shelter the species, to assess their floristic diversity and the diametric structure of these communities. Tree inventories were carried out inside 104 plots of 50m X 50m installed inside homogeneous vegetation. These inventories enabled to discriminate five plant

communities with 67 plant species belonging to 7 plant families. Rubiaceae (50 %), Sterculiaceae (49.2 %) Bignoniaceae (45 %) were the dominant plant families. Shannon index of the plant communities varies from 1.31 to 2.99 bits. The coefficient of Skewness of the size class distribution for the different plant communities were higher than 1. Ageing, urbanization and the sacred character of the species are the main factors which accentuate its regression on the plateau of Allada.

Keywords : floristic account, diametric structure, White star apple, plateau of Allada, Benin.

1. Introduction

Longtemps la conservation de la biodiversité et la gestion active des forêts tropicales sont apparues comme incompatibles [1-2]. Il est certain que les perturbations du milieu physique et les conséquences biologiques qu'entraînent l'abattage et l'extraction des arbres modifient durablement la structure et la composition de la forêt. Les espaces naturels soumis à l'urbanisation galopante, à l'agriculture intensive et à bien d'autres atteintes, apparaissent aujourd'hui comme une part majeure de notre patrimoine à préserver [3]. A cet effet, l'intérêt pour la biodiversité a récemment augmenté en réponse aux dommages causés aux écosystèmes par des activités anthropiques [4]. Car les écosystèmes forestiers ont toujours été sources majeures des produits fruitiers et médicinaux pour les populations locales en particulier pendant la famine ou dans les cas des catastrophes naturelles [5].

Chrysophyllum albidum G. Don) est une espèce de la famille des sapotaceae à usage multiple, très répandue sur le plateau de terre de barre au sud du Bénin. Parmi les PFNL végétaux d'importance au Sud du Bénin, le *Chrysophyllum albidum* figure en bonne place. Cette espèce constitue une ressource importante des populations locales. Elle est depuis des siècles cultivée dans le système agroforestier traditionnel pour des usages alimentaires, commerciaux et thérapeutiques [6].

La distribution des peuplements de l'espèce fait l'objet d'une régression drastique à cause des pressions foncières qui s'opèrent sur le plateau. En effet, avec la vente des terres qui s'effectue actuellement l'agroforesterie traditionnelle autour de l'espèce est entrain de régressée, car très peu de nouveaux acquéreurs perpétuent l'espèce. Cette étude paraît vraiment urgent dans la mesure où les nombreux dommages causés à l'environnement entraînent une baisse de la production globale de cette ressource, qui d'un jour à l'autre peuvent fortement régresser jusqu'à disparaître. Il faut alors connaître l'association phytoécologique dans laquelle se développe cette espèce.

2. Matériel et méthodes

2-1. Milieu d'étude

Le plateau d'Allada s'étend entre 2°00' et 2°30' de longitude Est et entre 6°20' et 6°50' de latitude Nord. Il est limité au Sud par les communes de Ouidah, de Sô-Ava, de Kpomassè (département de l'Atlantique), au Nord par les communes de Toffo (département de l'Atlantique), de Zogbodomè (département du Zou), de Bonou (département de l'Ouémé), à l'Est par la commune de Adjohoun (département de l'Ouémé) et à l'Ouest par la commune de Bopa (département du Mono) et couvre une superficie d'environ 2140 Km², soit plus de 66 % de la superficie totale du Département de l'Atlantique [7]. Il est un plateau de faible altitude présentant une pente qui s'incline vers le littoral (*Figure 1*).

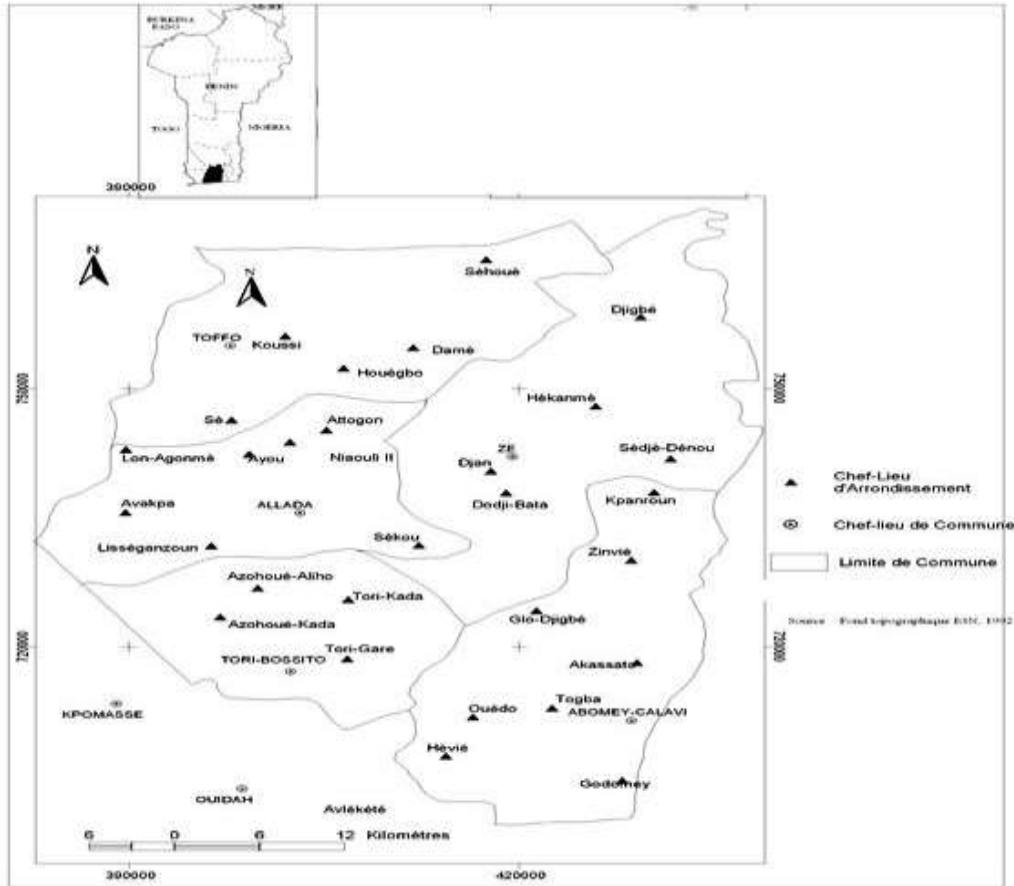


Figure 1 : Situation géographique du secteur d'étude

Le climat du plateau d'Allada, de type béninien, se caractérise par deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches avec une température moyenne annuelle de 19°C. Les hauteurs de pluies annuelles varient entre 800 et 1271mm [8].

La localité est occupée par la forêt dense humide semi-décidue, aujourd'hui largement disparue, où se trouvent des champs cultivés au sein d'une mosaïque de jachères arbustives. Les types de sols rencontrés sont essentiellement les sols ferrallitiques et les sols hydromorphes.

Les principales activités économiques dans la localité sont l'agriculture et le commerce.

2-2. Collecte des données

2-2-1. Relevés Phytosociologiques

Sur la base des cartes antérieures complétées par des prospections de terrain, des sites de relevés de végétation ont été choisis lorsqu'on est en présence d'au moins quatre individus de *Chrysophyllum albidum*. Les relevés phytosociologiques ont été effectués suivant la méthode sigmatiste de [9]. Au niveau de chaque site, l'inventaire des espèces ligneuses a été réalisé à l'intérieur des placeaux carrés de 0,25. Au niveau de chaque placeau, le pourcentage de recouvrement de la strate ligneuse, la liste de toutes les espèces végétales, et les coefficients d'abondance dominance de ces espèces sont les données collectées. Les espèces ont été identifiées directement sur le terrain grâce à la Flore Analytique du Bénin [10]. Les espèces indéterminées sont herborisées et identifiées à l'herbier National du Bénin.

2-2-2. Relevés dendrométriques

Les relevés dendrométriques ont été effectués dans les mêmes placeaux de 50 m x 50 m utilisés pour les relevés phytosociologiques. Le diamètre à hauteur d'homme (dbh ≥ 10 cm) des individus de *Chrysophyllum albidum* a été mesuré.

2-3. Analyse des données

2-3-1. Ordination, classification des relevés et diversité des groupements

La matrice de données constituée de 103 relevés phytosociologiques et de 64 espèces végétales a été soumise à une DCA et la classification hiérarchique des relevés (clustering) sous le logiciel PC ORD 5.0. L'analyse de la diversité des groupements végétaux est faite à l'aide de l'indice de diversité de Shannon-Wiener (H') et de l'équitabilité de Pielou (E) [11].

2-3-2. Paramètres de structure des groupements végétaux

Pour chaque groupement végétal les paramètres calculés sont :

- la densité moyenne de tige : elle est déterminée par le nombre de pieds d'arbres à l'hectare dans chaque groupement suivant la formule :

$$N = n/S \quad (1)$$

avec **n** est le nombre total d'individus de l'espèce (*Chrysophyllum albidum*) inventoriés dans le groupement et **S** l'aire totale échantillonnée dans le groupement en hectare ;

- le diamètre de l'arbre moyen du groupement qui est déterminé par la formule :

$$D_{\bar{g}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n}} \quad (2)$$

Où **d_i** est le diamètre à hauteur d'homme de l'individu d'arbres **i** de *C. albidum* du groupement et **n** le nombre total d'individus d'arbres de *C. albidum* rencontrés au niveau du groupement;

- la surface terrière exprimée en m²/ha, est donnée par la formule :

$$G = \frac{\pi}{4000S} \sum_{i=1}^n d_i^2 \quad (3)$$

Où **d_i** est le diamètre à hauteur d'homme et **S** la superficie de chaque placeau.

2-3-3. Distribution par classe de diamètre des groupements

La distribution en classe de diamètre de tous les groupements a été effectuée puis ajusté par le coefficient de Skewness sous le logiciel Minitab 1.4. Ce qui a permis d'évaluer la dynamique des individus du *C. albidum* au sein de toutes les formations végétales. Le coefficient de Skewness est un moment standardisé mesurant l'asymétrie de la densité de probabilité des diamètres pris de façon aléatoire et définis sur des nombres réels. La formule (4) de Skewness est :

$$\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_i \left(\frac{x_i - m}{\sigma} \right)^3 \quad (4)$$

Il s'agit du moment centré d'ordre 3 normalisé par le cube de l'écart-type, c'est-à-dire :

$$\gamma_1 = \frac{1}{n\sigma^3} \sum_i (x_i - m)^3 \tag{5}$$

On le surnomme « gamma un ». Comme c'est un nombre sans dimension, il permet de comparer des distributions même si leurs échelles diffèrent. Lorsque l'étalement est à gauche (moyenne en principe inférieure à la médiane), le coefficient d'asymétrie est négatif et vice versa.

3. Résultats et discussion

3-1. Individualisation des groupements végétaux

Cinq groupements végétaux ont été mis en évidence par la carte factorielle de l'ensemble des relevés dans le plan factoriel des axes 1 et 2 (*Figure 2*).

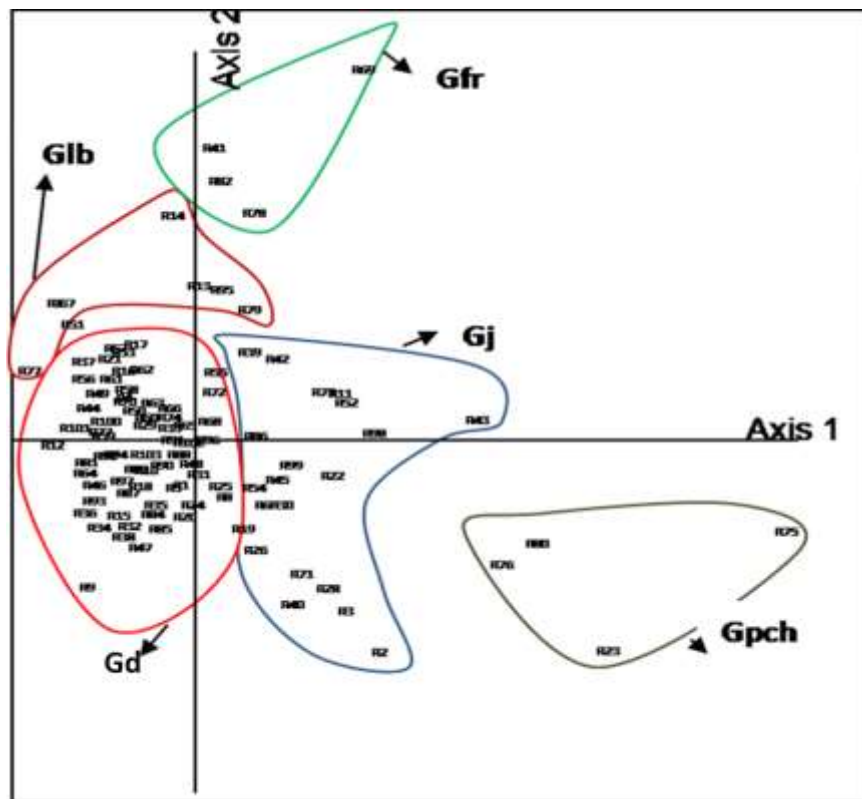


Figure 2 : Répartition des relevés en groupements végétaux dans les plans factoriels sur les axes 1 et 2

L'axe 1 oppose les relevés effectués dans les agglomérations et les relevés réalisés dans les champs/jachères. Cet axe peut être expliqué comme gradient d'anthropisation tandis que l'axe 2 oppose les relevés des terres fermes à ceux effectués dans les zones humides. Cet axe peut être expliqué comme gradient humidité. Ainsi, les cinq groupes de relevés identifiés dans le plan euclidien des deux axes sont :

- le groupe Gd correspondant aux relevés des formations végétales domestiquées effectués dans les concessions villageoises constituées de strates arborée/arbustive ;
- le groupe Gj composé des relevés des formations végétales des jachères effectués sur terre ferme constituées des savanes arbustive/arborée à emprise agricole et des formations post-culturelles ;

- le groupe Glb composé des relevés effectués dans les formations de lisière de bas-fond ;
- le Groupe Gfr composé des relevés effectués dans les forêts reliques qui sont sous l'emprise de l'agriculture et ;
- le Groupe Gpch composé des relevés effectués dans les champs et plantations.

Le dendrogramme issu de la classification hiérarchique (**Figure 3**) révèle une hétérogénéité au sein des différents groupes. En effet, à 37,5 % d'informations, les grands groupements végétaux ; GA et GB s'individualisent respectivement en Gd puis en Gj, Glb, Gfr et Gpch.

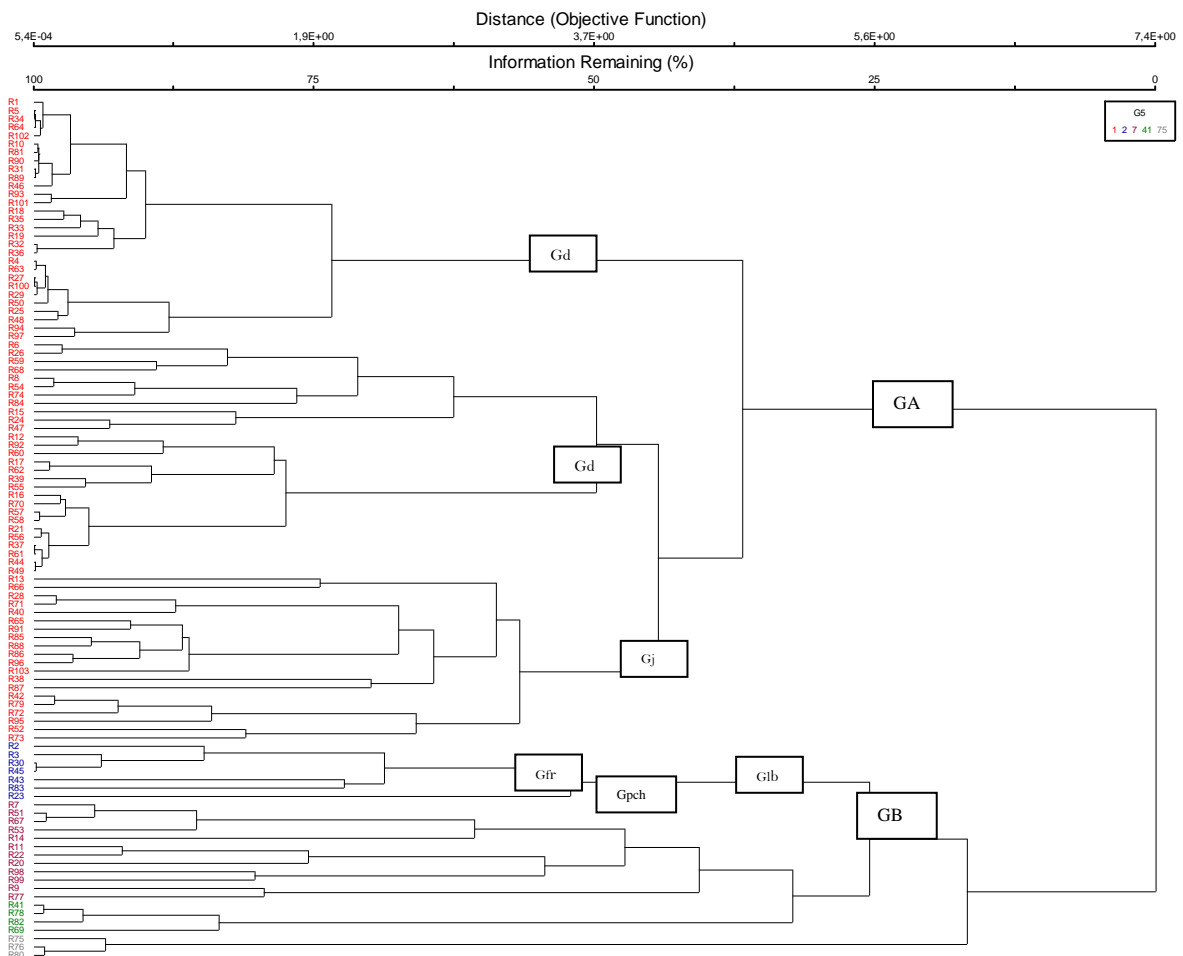


Figure 3 : Partition des groupements végétaux abritant *Chrysophyllum albidum* sur le plateau d'Allada

Gd = formations végétales des maisons à *Newbouldia laevis* ; Gj= formations végétales des jachères à *Garcinia kolas* ; Glb= formations végétales des lisières de bas-fonds à *Musa sp* ; Gfr = formations des forêts reliques à *Colas millenii* ; Gpch= formations des plantations et champs à *Tectona grandis*

3-2. Composition floristique et diversité spécifique des groupements végétaux identifiés

Au total 64 espèces végétales réparties en 30 familles ont été recensées autour de *C. albidum* sur le plateau d'Allada à partir des relevés effectués. Les familles les plus dominantes sont : Les Rubiaceae (50 %), Sterculiaceae (49,2 %) et les Bignoniaceae (45 %) (**Figure 4**).

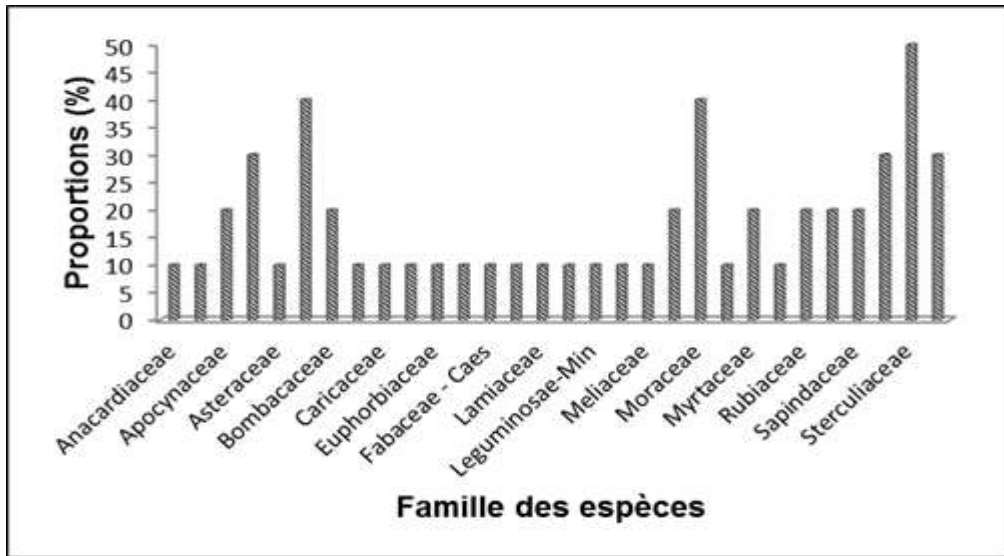


Figure 4 : Diversité en famille des espèces végétales autour de *Chrysophyllum albidum*

Le groupement végétal des formations domestiquées (Gd) à *Newbouldia laevis* comme espèce indicatrice, présente une très faible diversité floristique (Indice de Shannon = 2,70 bits et équitabilité de Pielou= 0,47). Le groupement végétal des formations des forêts reliques (Gfr), présente une diversité floristique plus faible par rapport au groupement des formations domestiquées (Gd). A l'opposée, les groupements végétaux des lisières de bas-fonds avec *Irvingia gabonensis* comme espèce indicatrice, présente une diversité floristique moyenne (Indice de Shannon = 3 bits et équitabilité de Pielou= 0,56). Quant aux groupements végétaux des jachères (Gj) et ceux des plantations et champs (Gpch), ils présentent une diversité floristique très faible par ce qu'ils sont sous de très fortes emprises anthropiques (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Caractéristiques et diversité des groupements végétaux discriminés

Groupements végétaux	Espèces indicatrices	Valeur Indicatrice	Texture du sol	Richesse spécifique	Nombre de famille	Familles dominantes	H (bits)	E
Gd	<i>Newbouldia laevis</i>	47,4	argilo-limoneux	52	50	Moraceae (40,2%) Sapindaceae (30%)	2,70	0,47
	<i>Colas millenii</i>	36,7	(argilo-limoneux et sableux)	14	13	Sterculiaceae (50%) Verbenaceae (32%) Poaceae (25%)	1,31	0,77
Glb	<i>Musa sp</i>	35,5	Humique (hydromorphes)	41	40	Arecaceae (35%)	2,99	0,56
Gj	<i>Garcinia kola</i>	42,3	Argilo - sableux	33	31	Poaceae (25%)	1,62	0,32
Gpch	<i>Tectona grandis</i>	71,4	argileux	15	7	Verbenaceae (36%)	1,31	0,77

Légende : Gd = formations végétales des maisons à *Newbouldia laevis* ; Gj= formations végétales des jachères à *Garcinia kolas* ; Glb= formations végétales des lisières de bas-fonds à *Musa sp* ; Gfr = formations des forêts reliques à *Colas millenii* ; Gpch= formations des plantations et champs à *Tectona grandis*, H/ l indice de diversité de Shannon, E : Equitabilité de Pielou.

3-3. Caractéristiques structurales des groupements végétaux

Les caractéristiques structurales des groupements identifiés varient significativement d'un groupement végétal à l'autre (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Paramètres de structure (Diamètre moyen, surface terrière et densité) des différents groupements

	Gd	Gj	Glb	Gfr	Gpch
(Dg, cm)	58,67	1,10	3,64	17,45	29,74
(G, m ² /ha)	526342,41	87,18	18,12	13,70	0,44
(N, ind/ha)	10400	11960	3960	200	480

Légende : Gd = formations végétales des maisons à *Newbouldelia laevis* ; Gj = formations végétales des jachères à *Garcinia kolas* ; Glb = formations végétales des lisières de bas-fonds à *Musa sp* ; Gfr = formations des forêts reliques à *Colas millenii* ; Gpch = formations des plantations et champs à *Tectona grandis*.

Les groupements de formations végétales des jachères et de lisières de bas-fonds présentent les plus faibles diamètres moyens ; ceux de forêts reliques, des plantations et des champs présentent les diamètres intermédiaires (moyens) tandis que les groupements de formations végétales domestiquées à *Newbouldelia laevis* présentent la plus forte densité moyenne. La plus forte surface terrière est enregistrée au sein des formations végétales domestiquées tandis que les plus forts diamètres moyens sont respectivement constatés au sein des formations végétales domestiquées à *Newbouldelia laevis*, de jachère à *Garcinia kola* et les formations végétales des lisières de bas-fond à *Musa sp*.

La **Figure 5 (a, b, c, d et e)** présente la distribution en classe de diamètre ajustée par le coefficient de Skewness des groupements végétaux.

Les diamètres commencent par s'accroître à partir de 5 jusqu'à 60 mètres ; restent chevauchant entre 60 et 70 mètres et chutent de 90 mètres jusqu'à 150 mètres et plus. Le coefficient d'asymétrie $\gamma_{1>0}$, alors la distribution des formations végétales est étalée vers la gauche avec la queue de la distribution étalée vers la droite (**Figure 5a**).

Les diamètres des individus de *chrysophyllum albidum* s'accroissent de 20 à 70 mètre et décroissent de 70 à 150 mètre. Le coefficient d'asymétrie $\gamma_{1>0}$, alors la distribution des formations végétales est étalée vers la gauche avec la queue de la distribution étalée vers la droite (**Figure 5b**).

Les diamètres commencent par s'accroître à partir de 10 jusqu'à 45 mètres et chutent de 45 jusqu'à 100 mètres. Il existe une faible proportion d'individus ayant un diamètre supérieur à 100m. Le coefficient d'asymétrie $\gamma_{1>0}$, alors la distribution des formations végétales est étalée vers la gauche avec la queue de la distribution étalée vers la droite (**Figure 5c**).

La croissance des diamètres des individus de l'espèce se trouve à une proportion trop faible voir perturbée mais le coefficient d'asymétrie $\gamma_{1>0}$, et la distribution des formations végétales est étalée vers la gauche avec la queue de la distribution étalée vers la droite (**Figure 5d**).

On note une croissance discontinue et séparée des diamètres des individus de l'espèce *Chrysophyllum albidum*. Le coefficient d'asymétrie $\gamma_{1<0}$, alors la distribution des formations végétales est étalée vers la gauche avec la queue de la distribution étalée vers la droite (**Figure 5e**).

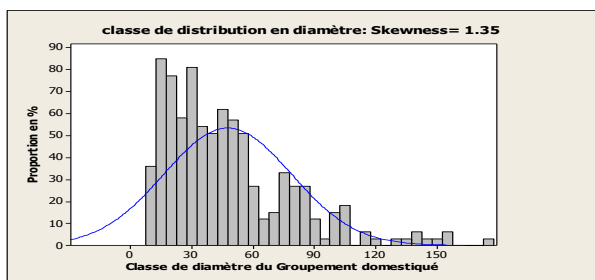


Figure 5a : Distribution en classe de diamètre des groupements des terroirs villageois

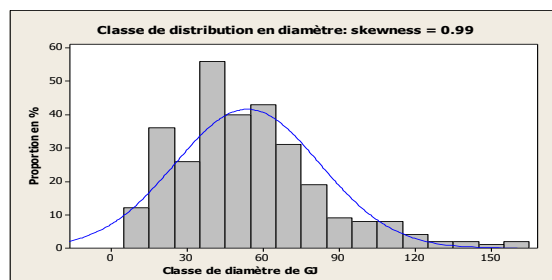


Figure 5b : Distribution en classe de diamètre des groupements des jachères

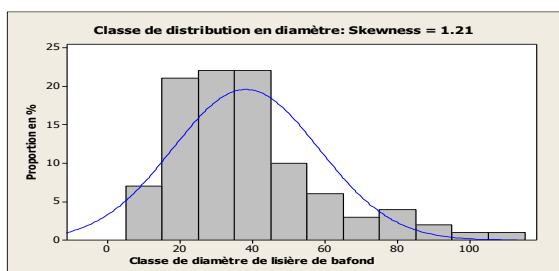


Figure 5c : Distribution en classe de diamètre des groupements de lisières de bas-fonds

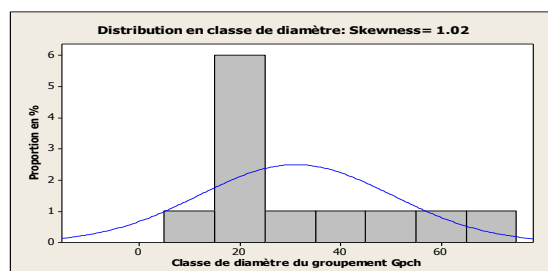


Figure 5d : Distribution en classe de diamètre des groupements de plantations et champs

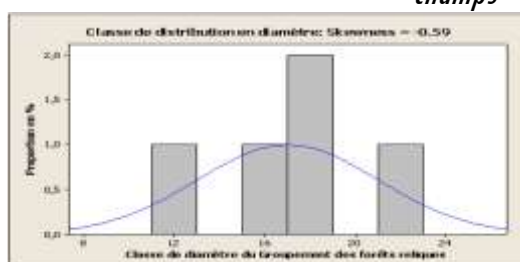


Figure 5e : Distribution en classe de diamètre des groupements des forêts reliques

4. Discussion

4.1 Caractéristique floristique

Le peuplement à dominance *Chrysophyllum albidum*, du plateau d'Allada est caractérisé par une richesse spécifique de 64 espèces ligneuses. Cette valeur est supérieure à celle obtenue par [12] sur les peuplements d'*Isobertinia* spp. Par contre, les valeurs élevées de richesse spécifique obtenues dans les peuplements à dominances *Isobertinia* spp. par d'autres auteurs dont [12-19], des différentes forêts de la zone soudanaise et de la zone soudano-guinéenne du Bénin, seraient dues au nombre élevé de placettes installées sur des sites variés qu'ils ont échantillonnés. Cinq groupes de formations végétales hébergeant *Chrysophyllum albidum* ont été identifiés dans le cadre de cette étude. Il s'agit des groupements végétaux des concessions (Gd), des groupements végétaux de la lisière des bas-fonds (Glb), des jachères (Gj), des champs et plantations (Gchp) et forêts reliques (Gfr). Les sujets de *C. albidum* sont plus rencontrés dans les maisons ou les environs où ils sont représentés à plus de 95 % de leur population globale.

La richesse spécifique moyenne de ces formations est de 28 espèces et varie entre 7 et 50 en fonction des groupements végétaux. Ces nombres sont très inférieurs à ceux observés par [20-21] sur *A. africana*, qui ont trouvé des valeurs variant entre 40 et 100 espèces selon la formation naturelle en utilisant un relevé phytosociologique. Les indices de diversité de Shannon (3 bits) et d'équitabilité de Pielou (0.56) sont globalement moyens et expriment une équirépartition relative des individus au sein de la formation des lisières des bas-fonds. Les faibles valeurs observées pour les jachères témoignent des phénomènes de dominance d'une espèce ou d'un groupe d'espèces.

4-2. Caractéristiques structurales

Les groupes de peuplement étudiés ont une densité moyenne comprise entre 200 et 11960 de tiges/ha avec une moyenne de 500 tiges/ha pour le peuplement global. La plus forte densité est observée dans les jachères et la plus faible dans les reliques forestières. Le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne est plus faible au niveau des jachères (1,10 cm) tandis qu'il est plus élevé au niveau des concessions (58,67 cm). La plus faible valeur observée en jachères est le signe que les individus de ces formations se trouvent encore au stade colonisateur où les jeunes individus prédominent alors que la valeur la plus élevée obtenue en dans les concessions témoigne de l'existence de gros spécimens d'arbres. Cette tendance est confirmée par les valeurs les différentes surface terrière obtenues. Les faibles valeurs de densité et la surface terrière des peuplements *Chrysophyllum albidum* expliquent l'impact des activités anthropiques sur les différents écosystèmes [22]. L'abattage des individus lors des défrichements pour l'installation des parcelles agricoles (groupements des formations végétales des plantations et des champs et les groupements des formations végétales des jachères), les inondations fréquentes dans les terrasses alluviales (sol trop gorgé d'eau qui déracine ou détruit les peuplements de *Chrysophyllum albidum* inventoriés dans les formations végétales de lisière de bas-fonds), l'utilisation des organes sont les facteurs naturels et anthropiques influencent la densité et la surface terrière.

4-3. Structure diamétrique des peuplements

La distribution des tiges par catégorie de grosseur présente un grand intérêt en matière de gestion forestière car elle est une expression de la structure du peuplement [23]. De la même manière, pour [24], la connaissance de la distribution des diamètres d'un peuplement est un grand intérêt pour la gestion durable par l'évaluation des ressources immédiatement disponibles et la planification future des prélèvements.

5. Conclusion

L'étude phytoécologique et structurale des groupements végétaux au sein desquels se développe *Chrysophyllum albidum* a permis de connaître la diversité des groupements végétaux des écosystèmes ainsi que les facteurs anthropiques qui menacent le développement de l'espèce sur le plateau d'Allada au Bénin. Les peuplements de l'espèce sont dominés par les vieux individus dont il devient urgent de développer des stratégies de conservation par la régénération de l'espèce. Des études ultérieures apparaissent nécessaire pour comprendre les stratégies de conservation in-situ et ex-situ.

Références

- [1] - A.E. LUGO, Will concern for biodiversity spell doom to tropical forest management? *Science of the Total Environment* 240(1-3): (1999) 123-131.
- [2] - D. PEARCE., F.E. PUTZ and J.K. VANCLAY, Sustainable forestry in the tropics: panacea or folly? *Forest Ecology and Management* 172(2-3): (2003) 229-247.
- [3] - M. BOURNERIAS et D. PRAT. *Les Orchidées de France de Belgique et de la Luxembourg.- Deuxième édition, Biotope, Mèze (Collection Parthénope), (2005).*
- [4] - M. NIGGEMANN, J. JETZKOWITZ, S. BRUNZEL, MC. WICHMANN and R. BIALOZYT, Distribution patterns of plants explained by human movement behavior. *Ecological Modelling* 220 (2009) 1339–1346.
- [5] - N. G. GOUWAKINNOU, V. KINDOMIHOU, E. ASSOGBADJO et B. SINSIN, *Int. J. Biodivers. Conserv* 1(6)(2009) 194-201.
- [6] - L. G. HOUSSOU, T. O. LOUGBEGNON, F. G.H. GBESSO, L. E.S. ANAGONOU and B. SINSIN, *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* (2012) 8:40.
- [7] - M. DISSOU, La République du Bénin. Milieux naturels, régions, l'économie agricole et régionale, le bas-bénin. République du Bénin .UNB/UVA/ER (1986).
- [8] - M. F. KPINDJO, *Contribution à l'étude de la dynamique des forêts sacrées du département de l'Atlantique.* ICMPA Publishing, (2009).
- [9] - J. BRAUN-BLANQUET, *Plant sociology: the study of plant communities.* McGray Hill, New York (1932).
- [10] - A. AKOEGNINO, W.J. VAN DER BURG, L.J.G. and VAN DER MAESEN (Eds), *Flore analytique du Bénin.* Backhuys Publisher, Wageningen, Netherlands (2006).
- [11] - A.E. MAGURRAN, *Measuring biological diversity.* Blackwell publishing, London, UK. (2004).
- [12] - C. C. YABI, Contribution méthodologique au cubage des essences locales des forêts : Cas de Isoberlinia spp. dans la zone soudanienne au Bénin. Thèse d'Ingénieur Agronome. FSA/UAC, Bénin. (2003).
- [13] - F. AMAKPE, *Contribution à l'aménagement durable de la forêt classée des trois rivières : Composition et dynamique des principaux groupements végétaux et besoin des populations riveraines,* Th. Ing. Agr., FSA/UNB, Bénin. (1998).
- [14] - A. C. YAYI, Contribution à l'aménagement de la forêt classée de l'Ouémé Supérieur au Nord Bénin : Structure et dynamique des différents groupements végétaux. Thèse d'Ingénieur Agronome. FSA/UNB, Bénin. (1998).
- [15] - J. P TREKPO, Contribution à l'étude des possibilités d'aménagement durable de la forêt classée de Ouénou-Bénou au Nord-Est du Bénin : Structure et dynamique des principaux -groupements végétaux. Mém. Ing. CPU/UNB, Bénin. (1999).
- [16] - G. S. AKINDELE, *Aménagement durable de la forêt classée de l'Alibori Supérieur Structure, dynamique des principaux groupements végétaux et périodicité d'exploitation.* Th. Ing. Agr. FSA/UNB, Bénin. (2000).
- [17] - P. HUNHYET, *Contribution à l'aménagement participatif de la forêt classée des Monts Kouffé : Structure et dynamique des groupements végétaux, périodicité de coupe.* Th. Ing. Agr. FSA/UNB, Bénin. (2000).
- [18] - P. SAGBO, *Etude des caractéristiques des peuplements naturels à dominance Isoberlinia spp. : Cas de la forêt classée de l'Ouémé Supérieur au Nord Bénin.* Thèse d'Ingénieur Agronome. FSA/UNB, Bénin. (2000).

- [19] - G. ATINDOGBE, *Analyse de la structure spatiale des arbres : Application à l'enrichissement des savanes boisées de la zone soudanienne au Bénin*, Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UAC, Bénin (2004).
- [20] - A. EMRICH, M. MÜHLENBERG, STEINHAEUER–BURKART AND H. STURM. *Evaluation écologique intégrée de la forêt naturelle de la Lama en république du Bénin*. Rapport de synthèse. ONAB-KfW-GTZ. Cotonou, Bénin. (1999).
- [21] - O. P. AGBANI, *Etudes phytosociologiques des groupements forestiers par bandes longitudinales à grandes échelles : Cas du noyau central de la forêt dense semi décidue de la Lama au Bénin*, Mémoire de DEA. FLASH/UAC, Bénin (2002).
- [22] - E. M. DOSSOU T. O. LOUGBEGNON, L. G. HOUËSSOU, S. O TEKA et A.H.B. TENTE *Journal of Applied Biosciences* 53(2012)3821–3830.
- [23] - J.. RONDEUX, *La mesure des arbres et des peuplements forestiers*. Les Presses Agronomiques de Gembloux, 2ème Edition. Gembloux. (1999).
- [24] - H. N. FONTON, et P. A. A. SAGBO, *Ann. For Sci.*, 61(2004) 545-549.