

Caractéristiques structurales et écologiques des populations d'espèces d'arbres à valeur commerciale des forêts classées de Sota et de Wari-Marou au Bénin

Nicolas Atchade Samuel

Cossi Jean Ganglo

Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques,
Laboratoire des Sciences Forestières, Abomey-Calavi, Benin

Doi: 10.19044/esipreprint.7.2025.p232

Approved: 08 July 2025

Posted: 10 July 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Atchade Samuel, N. & Ganglo, C.J. (2025). *Caractéristiques structurales et écologiques des populations d'espèces d'arbres à valeur commerciale des forêts classées de Sota et de Wari-Marou au Bénin*. ESI Preprints. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.7.2025.p232>

Résumé

Les populations des espèces à valeur commerciale subissent généralement des pressions. Cette étude vise à analyser la structure des populations de quelques espèces dans les forêts du Bénin en vue de leur conservation. Elle a été menée en zone soudano-guinéenne (forêt classée Wari-Marou) et en zone soudanienne (forêt de Sota). Le diamètre de tous les arbres a été mesuré dans des placeaux de 0,25 ha installés dans ces forêts. Une analyse de correspondance détendue (DCA) suivie d'une analyse en composantes principales (ACP) réalisée sur les indices de valeur d'importance (IVI) ont permis de comparer la composition floristique des forêts. Les indices de diversité, les paramètres dendrométriques et les densités de régénération ont été calculés ; les structures en diamètre ont été réalisées. Au vu des IVI, *Isobertia doka* et *Anogeissus leiocarpa* étaient plus importantes dans la forêt classée de Wari-Marou tandis que *Azadirachta africana*, *Prosopis africana* et *Pterocarpus erinaceus* étaient plus importantes dans la forêt classée de Sota. *Pseudocedrela kotschy* et *Diospyros mespiliformis* avaient des IVI faibles dans toutes les forêts. Au vu des structures en diamètre et des densités de régénération, des problèmes de remplacement des arbres se poseront à long terme dans les populations de ces espèces.

Mots clés : Savane, forêt claire, composition floristique, régénération, aménagement, Bénin

Structural and ecological characteristics of populations of trade tree species in the Sota and Wari-Maró forests in Benin

Nicolas Atchade Samuel

Cossi Jean Ganglo

Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques,
Laboratoire des Sciences Forestières, Abomey-Calavi, Bénin

Abstract

Populations of commercially valuable species are generally under pressure. This study aims to analyze the population structure of a few species in the forests of Benin with a view to their conservation. It was conducted in the Sudano-Guinean zone (Wari-Maró classified forest) and in the Sudanian zone (Sota forest). The diameter of all trees was measured in 0.25 ha plots located in these forests. A relaxed correspondence analysis (RCA) followed by a principal component analysis (PCA) carried out on the importance value indices (IVI) made it possible to compare the floristic composition of the forests. Diversity indices, dendrometric parameters and regeneration densities were calculated; diameter structures were made. Based on the IVIs, *Isobertinia doka* and *Anogeissus leiocarpa* were more important in the Wari-Maró classified forest while *Azelia africana*, *Prosopis africana* and *Pterocarpus erinaceus* were more important in the Sota classified forest. *Pseudocedrela kotschy* and *Diospyros mespiliformis* had low IVIs in all the forests. Based on the diameter structures and regeneration densities, the study concludes that tree replacement problems will arise in the long term in the populations of these species.

Keywords: Savannah, open forest, floristic composition, regeneration, management, Benin

Introduction

La forêt contribue à l'équilibre de la nature et du climat. Elle sert d'habitat à un grand nombre d'espèces animales et végétales, mais remplit également de nombreuses autres fonctions notamment le contrôle de l'érosion, le stockage de l'eau, la fixation et la fertilisation du sol, l'interception et la redistribution des précipitations (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Les ressources forestières constituent la principale

source d'aliments, de revenus, de médicaments et une série de biens et de services écosystémiques pour les populations rurales riveraines (FAO, 2014 ; Hounkpèvi *et al.*, 2011). Mais la croissance démographique et la nécessité de favoriser le développement économique, le développement de l'exploitation forestière, l'agriculture itinérante, les feux saisonniers, le pâturage intensif et l'exploitation abusive des espèces forestières à usages multiples ont contribué à la dégradation des forêts (Ganglo & de Foucault, 2011 ; Glèlè Kakaï & Sinsin, 2009). Ce qui a pour conséquences la perte de biodiversité et la raréfaction des essences de valeur commerciale qui étaient bien représentées dans les forêts du Bénin par le passé (Sinsin *et al.*, 2004). A cet effet, une gestion rationnelle et durable des ressources forestières s'avère nécessaire afin de limiter significativement cette pression qui pèse sur les ressources.

Le Bénin, est un pays à couverture forestière modeste, dominée par les savanes où l'on retrouve plusieurs espèces de valeur (Adomou *et al.*, 2010). La notion d'espèce forestière de valeur fait souvent référence à des espèces à usages multiples ayant soit une grande importance ethnobotanique, soit une grande importance économique, soit une grande valeur de conservation (Akpona *et al.*, 2017). Avec une approche multi-critère, ces auteurs ont déterminé les 10 espèces de valeur prioritaires pour la conservation au Bénin. Parmi ces espèces, *Azizelia africana* Sm., *Pterocarpus erinaceus* Poir., *Anogeissus leiocarpa* (DC.) Guill. & Perr., *Pseudocedrela kotschy* (Schweinf.) Harms, *Isobertia doka* Craib & Stapf. sont prises en compte dans le cadre de cette étude. L'un de nos travaux en cours nous a permis de relever que des intérêts de plus en plus croissants se portent sur *Prosopis africana* (Guill. & Perr.) Taub. et *Diospyros mespiliformis* Hochst. Ex A.DC. et justifie leur prise en compte dans le cadre de ce travail. *A. africana*, *P. erinaceus* et *P. africana* sont bien connus pour la qualité de leurs bois, et leurs utilisations en médecine traditionnelle, en agroforesterie, et pour l'alimentation des ruminants (Annongu *et al.*, 2004 ; Houehanou *et al.*, 2011). *A. leiocarpa* est connu pour son importance médicinale, et sa capacité à lutter contre les pathogènes fait que son bois est résistant et très apprécié, utilisé aussi bien comme bois d'œuvre mais aussi comme bois de feu et de service (Assogbadjo *et al.*, 2010 ; Rondeux, 1999). *P. kotschy* est aussi utilisée en médecine traditionnelle, *P. kotschy* et *I. doka* sont utilisés comme bois d'œuvre et de feu (Atchadé Samuel et Ganglo, 2024, Akpona *et al.*, 2017). Quant à *D. mespiliformis*, elle est utile sur les plans médicinal et alimentaire, y compris pour les animaux frugivores et fournit un bois de très bonne qualité technologique (Atchadé Samuel *et al.*, 2021). Avec la demande croissante des produits de ces espèces, les méthodes traditionnelles de collecte ont progressivement laissé place à des méthodes irrationnelles si bien que les avis des experts penchent beaucoup plus pour une régression de

leurs populations. En vue d'une bonne conservation des populations de ces espèces, une bonne connaissance des caractéristiques structurale et écologique est indispensable. En effet, la connaissance approfondie des caractéristiques structurales telles que la densité, la structure en diamètre et en hauteur et la répartition spatiale des populations d'espèces forestières est indispensable pour caractériser leur démographie (Herrero-Jáuregui *et al.*, 2011). Elles renseignent sur le potentiel ligneux, les problèmes éventuels de sylviculture en lien avec l'écologie et la biologie des espèces et méritent d'être étudiées plus en profondeur (Feeley & Davies, 2007; Nishimura *et al.* 2008 ; Yêhouénou-Tessi *et al.*, 2012).

Les aires protégées offrent une meilleure protection aux populations d'espèces et sont généralement ciblées pour la mise en œuvre d'actions de conservation. La présente étude a été réalisée dans la forêt classée de la Sota située dans la zone soudanienne, et dans la forêt classée de Wari-Marô située dans la zone soudano-guinéenne. En effet, ces deux forêts permettent de prendre en considération la zone de savane dans laquelle se retrouve ces espèces s'étendant en grande partie sur la zone soudano-guinéenne et la zone soudanienne au Bénin. Quelle est la composition floristique de chacune des forêts étudiées ? Quelles sont les caractéristiques structurales des populations des espèces de valeur dans les différentes formations végétales ? Les populations des espèces de valeur sont-elles viables dans ces forêts ? L'objectif de cette étude est donc d'analyser la structure des populations de ces espèces dans les deux forêts ciblées afin de proposer des mesures d'aménagement. Les réponses à ces questions permettront de guider les travaux d'aménagement et de gestion durable des forêts étudiées.

Matériel et méthodes

Milieu d'étude

La Forêt Classée de la Sota (FCS) a été classée par l'arrêté n°1862/SE du 16 mai 1947. Elle s'étend entre 10°58' et 11°11' de latitude Nord et 3°03' et 3°25' de longitude Est et couvre une superficie de 53000 hectares (figure 1). Le climat est de type tropical soudanien avec une pluviosité moyenne de 967,4 mm. Les sols sont ferrugineux tropicaux mais on remarque aussi des sols minéraux-brutes. La forêt est arrosée par la Sota, un affluent du fleuve Niger en rive droite, qui lui donne son nom. Selon Zakari *et al.* (2015), la végétation est composée de forêt claire et savanes boisées (29,85%), de savanes arborées et arbustives (55,89%), de plantations (0,78%), et de mosaïques cultures et jachères (8,44%). On observe aussi les forêts galeries (4,90%) le long de certains cours d'eau. La forêt classée de Wari-Marô (FCWM) s'étend entre 8°80'-9°10' de latitude Nord et 1°55'-2°25' de longitude Est (figure 1). Elle a fait l'objet de classement le 25 novembre 1955 par arrêté n°9190 SE et couvre une superficie d'environ

120686 ha. Le climat est de type soudanien humide avec une pluviosité moyenne de 1122 mm. Les sols dominants sont ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions, sur granites et embrêchites. La végétation y est constituée de 88% de savane arborée, 5% de forêt galerie et 7% de savane arbustive (PAMF, 2007).

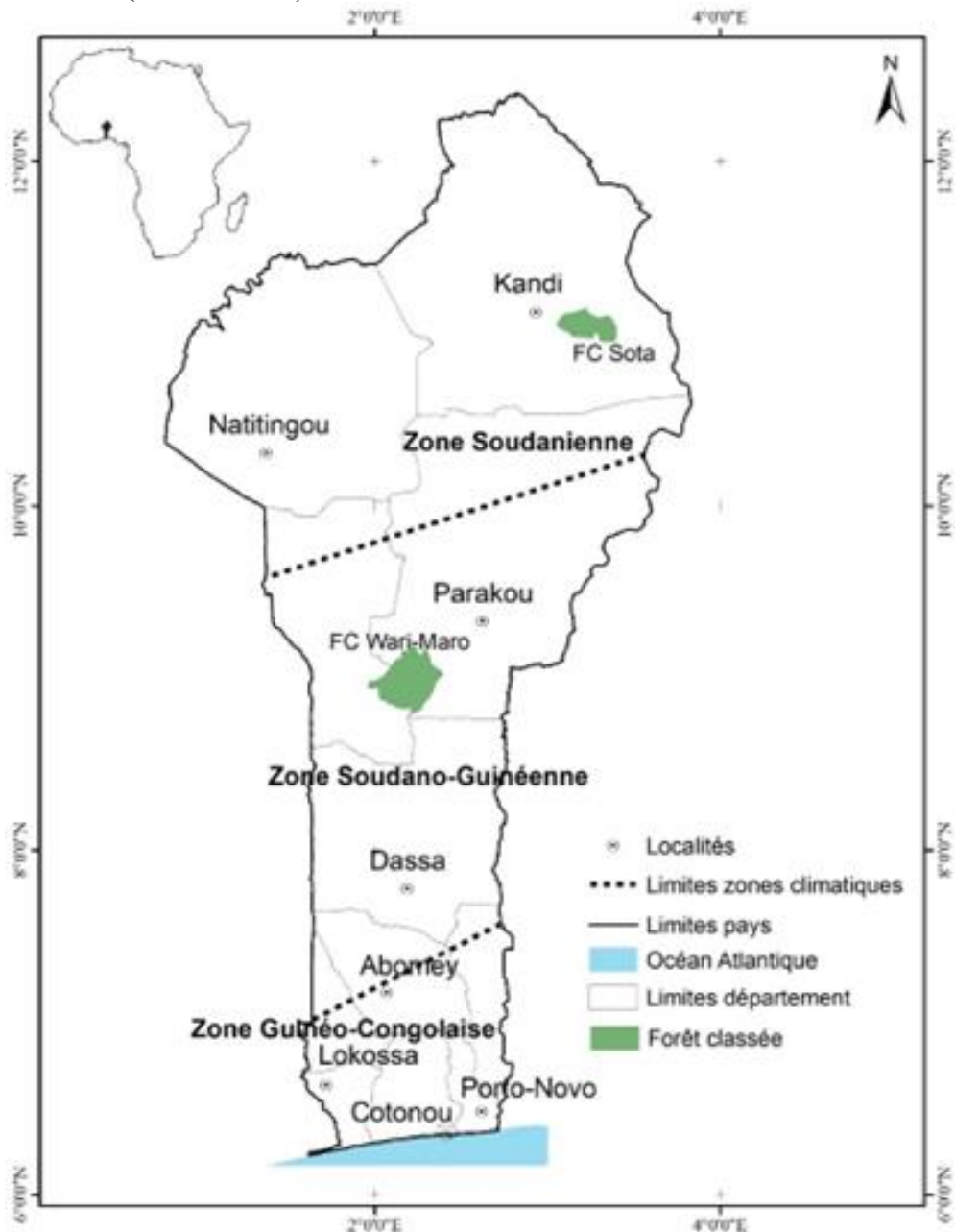


Figure 1 : Carte de situation géographique des forêts classées de Sota et de Wari-Marô

Collecte des données

Les placeaux de 50 m × 50 m ont été installés suivant un plan d'échantillonnage aléatoire. Au total, dans la FCS, 76 placeaux ont été inventoriés dont 63% installés en forêt claire et savane boisée (FC_FCS), et 37% en savane arborée et arbustive (SA_FCS). Dans le cadre de ce travail, la dénomination "Forêt claire" (FC) a été attribuée à l'ensemble "Forêt claire et savane boisée", et la dénomination "Savane arborée" (SA) a été attribuée à l'ensemble "Savane arborée et savane arbustive". En effet, selon Sokpon *et al.* (2006), le terme forêt claire dans son sens élargi, incluait des formations voisines comme la forêt dense sèche et la savane boisée. Au total, 72 placeaux ont été installés dans la savane arborée de la FCWM. A l'intérieur de chaque placeau, les mesures de diamètre à 1,30 m au-dessus du sol (dbh) et de hauteur des arbres de dbh supérieur ou égal à 10 cm ont été faites respectivement à l'aide du ruban π et du clinomètre Suunto. Afin d'évaluer la densité de régénération, trois (03) placettes de 10 m x 10 m ont été implantées suivant une diagonale dans chaque placeau (Dessard & Bar-Hen, 2004). Un dénombrement de la régénération (dbh < 10 cm) a été réalisé, ce qui nous a permis d'estimer la régénération au niveau des espèces de valeur. Trois classes de régénération ont été prises en compte (Feeley & Davies, 2007 ; Sokpon, 1995) : plantules (dbh < 1 cm) ; juvéniles (dbh: 1 cm ≤ dbh < 5 cm) ; jeunes arbres (5 cm ≤ dbh < 10 cm).

Traitement des données

Pour discriminer la composition floristique des formations végétales, une matrice de Présence-Absence a été réalisée et soumise à une DCA (Detrended Correspondance Analysis) grâce au package *vegan* dans le logiciel R. Les paramètres floristiques que sont la *richesse spécifique*, l'*indice de Shannon* et l'*équitabilité de Pielou* ont été ensuite calculés pour chaque formation végétale. La richesse spécifique a été déterminée en mettant ensemble tous les placeaux tandis que les indices de Shannon et d'équitabilité de Pielou ont été calculés par placeau et la moyenne a été déterminée pour chaque formation. Afin de déterminer l'importance des espèces, l'Indice de Valeur d'Importance (IVI) a été calculé de la manière suivante pour chaque espèce x : $IVI_x = RD_x + RF_x + RC_x$ (4). Sa valeur est comprise entre 0 et 3 et traduit le niveau d'importance de l'espèce dans la formation végétale considérée. Les IVI des espèces des 3 formations végétales ont été soumises à une ACP, ce qui a permis de déterminer dans chaque formation, les espèces les plus importantes.

Les paramètres dendrométriques tels que la *densité*, la *surface terrière*, *contribution en surface terrière* de chaque espèce, le *diamètre quadratique moyen* et la *hauteur moyenne de Lorey* ont été calculés par placeau et la moyenne a été déterminée pour chaque formation. Les

structures en diamètre des populations des espèces de valeurs ont été réalisées pour décrire leur abondance relative par classe de diamètre. Le coefficient d'asymétrie (g_1) qui est une comparaison de la proportion relative de petits et grands arbres (Ganglo & de Foucault, 2006), a été calculé. La densité moyenne de la régénération a été calculée pour chaque espèce de valeur et par classe de régénération dans les formations végétales. La comparaison des moyennes a été faite grâce au test d'ANOVA suivi du test de Student-Newman-Keulhs (SNK) lorsque les données suivent une distribution normale. Dans le cas contraire le test non paramétrique de Kruskal-Wallis suivi du test de Mann-Whitney a été appliqué.

Résultats

Composition floristique des formations végétales

L'analyse du plan factoriel issu de la DCA (figure 2) montre que la dimension 1 sépare les placeaux de la FCS de ceux de la FCWM. De la partie négative vers la partie positive, on retrouve successivement les placeaux de la FC_FCS, ensuite ceux de la SA_FCS et ceux de la SA_FCWM. La dimension 2 est un gradient d'humidité puisqu'on retrouve dans la partie supérieure, les placeaux soumis à hydromorphie temporaire séparé des autres placeaux. Ainsi, la composition de la FC_FCS est différente de celle de la SA_FCWM mais proche de la SA_FCS.

L'analyse en composantes principales des IVI a permis de classer les espèces en quatre groupes (figure 3) compte tenu de leur importance relative dans chaque formation végétale. La dimension 1 oppose les groupes 1 et 2 constitués respectivement des espèces à IVI élevé (*Vitellaria paradoxa* et *Burkea africana*) et du groupe 2 des espèces à IVI faible (*Monotes kerstingii*, *Ceiba pentandra*, *Pseudocedrela kotschy*, *Diospyros mespiliformis*) dans les 3 formations végétales. La dimension 2 oppose le groupe 3 des espèces à IVI élevés dans la SA_FCWM (*Daniellia oliveri*, *Isobertia doka*, *Parinari polyandra*, *Anogeissus leiocarpa*, *Pericopsis laxiflora*) et celui des espèces à IVI élevé dans la FC_FCS (*Detarium microcarpum*, *Crossopteryx febriguga*, *Terminalia avicennioides*, *Azelia africana*, *Prosopis africana*, *Pterocarpus erinaceus*, *Parkia biglobosa*). Les espèces de la SA_FCS à IVI élevé se retrouvaient en partie au sein du groupe 4 et en partie au sein du groupe 3.

La richesse spécifique était de 37 espèces dans la FC_FCS, et 63 espèces dans la SA_FCWM. En moyenne, 12 espèces étaient recensées par placeau. L'indice de Shannon était compris entre 2,90 et 3,04 bits et l'équitabilité de Pielou était comprise entre 0,82 et 0,83 (Tableau 1). Aucune différence significative n'a été notée entre les formations végétales pour ces trois paramètres ($p \geq 0,05$).

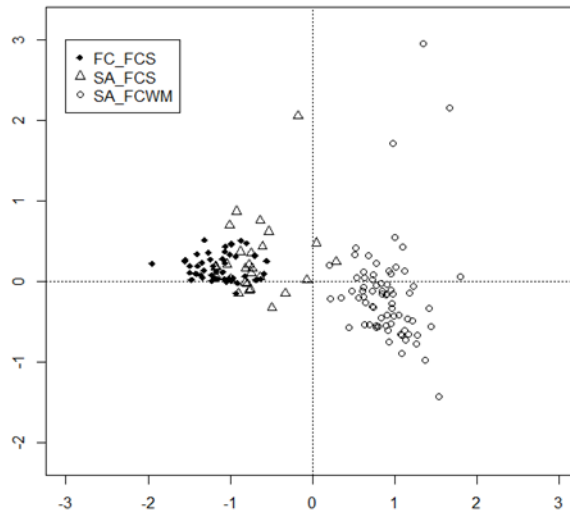


Figure 2 : Discrimination des placeaux sur le plan factoriel en fonction de leur composition spécifique

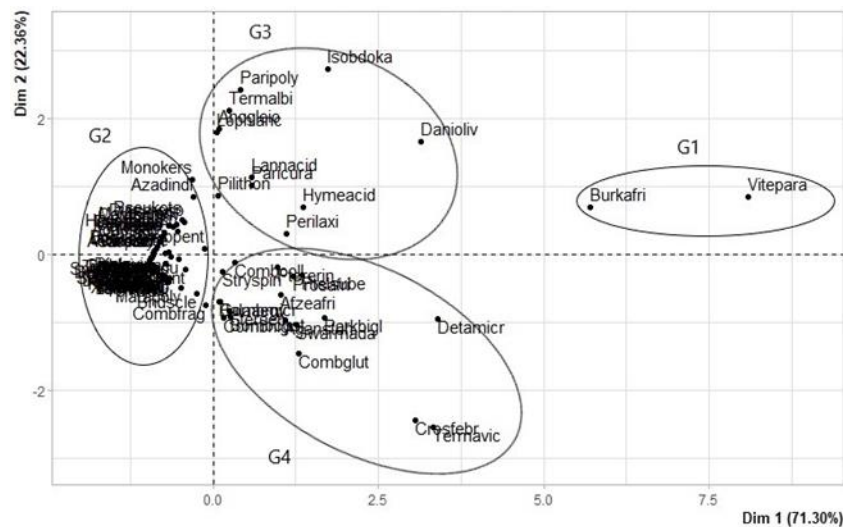


Figure 3 : Projection des quatre groupes d'espèces en fonction de leur IVI dans les formations végétales

Tableau 1 : Diversité floristique des formations végétales

Formations végétales	Richesse spécifique	Indice de Shannon		Equitabilité de Pielou	
		Moyenne	CV%	moyenne	CV%
Forêt claire, FC Sota	37	2,90	14,53	0,83	8,85
Savane arborée et arbustive, FC Sota	55	3,04	17,92	0,84	8,42
Savane arborée, FC Wari-Mar	63	2,95	15,86	0,83	9,66
Prob.	-	0,266		0,438	

Caractéristiques structurales des populations des espèces de valeur

Lorsqu'on considère toutes les espèces ensemble, il a été noté une différence significative entre les formations du point de vue du diamètre moyen, de la surface terrière et de la hauteur (tableau 2, $p \geq 0,05$). Le diamètre moyen et la surface terrière étaient nettement plus élevés dans la savane arborée (25,6 cm et 9,39 m²/ha) que dans la forêt claire (17,2 cm et 4 m²/ha ; $p < 0,05$). La hauteur de Lorey était plus faible dans la savane arborée. *A. africana*, *P. africana* et *P. erinaceus* sont les seules espèces présentes dans les trois formations végétales considérées. Leurs densités étaient généralement comprises entre 8 et 10 arbres/ha pour un diamètre moyen entre 20 et 30 cm. Leurs surfaces terrières étaient généralement en dessous de 0,6 m²/ha, mais dans les plateaux ils contribuaient de façon très variable à la surface terrière : 14 à 25% pour *A. africana* ; 10 à 20% pour *P. africana* ; et pour *P. erinaceus*, 20% dans la FC_FCS et la SA_FCS mais 9% dans la SA_FCWM. *I. doka* était trois fois plus abondant dans la SA_FCWM que dans la SA_FCS ($p \leq 0,05$) avec une importante surface terrière (1,27 à 2,20 m²/ha). *A. leiocarpa* était observée seulement dans la SA_FCWM, il en est presque de même pour *D. mespiliformis* et *P. kotschy*, chacune observée en plus de la SA_FCWM dans un seul plateau de la SA_FCS. La surface terrière de *A. leiocarpa* et *D. mespiliformis* sont relativement élevés (> 1 m²/ha) grâce respectivement au nombre d'individus pour la première espèce et aux gros arbres de la seconde espèce. La surface terrière de *P. kotschy* était faible et le nombre d'individu est de 11 arbres/ha. Les structures en diamètre sont présentées à la figure 4. La structure en diamètre de la FC_FCS était similaire à celle de la SA_FCS et ces deux structures différaient de celle de la SA_FCWM (Khi deux = 54,956 ; DL = 4 ; $p = 0,000$). Les arbres de 10 à 20 cm étaient plus abondants dans les deux premières forêts (141 à 147 arbres/ha contre 92 arbres/ha), tandis que les arbres de 20 à 40 cm y étaient moins abondants (29 à 43 arbres/ha contre 88 arbres/ha). Ces structures présentent une allure décroissante caractérisant des peuplements multi-spécifiques d'âges multiples (figure 4a). Dans les structures en diamètre des espèces on remarque une faible densité d'arbres dans les classes, au maximum 4 à 6 arbres à l'hectare. La plupart des distributions sont irrégulières avec une variation de la densité d'arbres d'une classe à une autre sans tendance claire, sauf pour *A. africana* dont la structure est en forme de cloche.

Tableau 2 : Paramètres dendrométriques des espèces de valeur en fonction des formations végétales

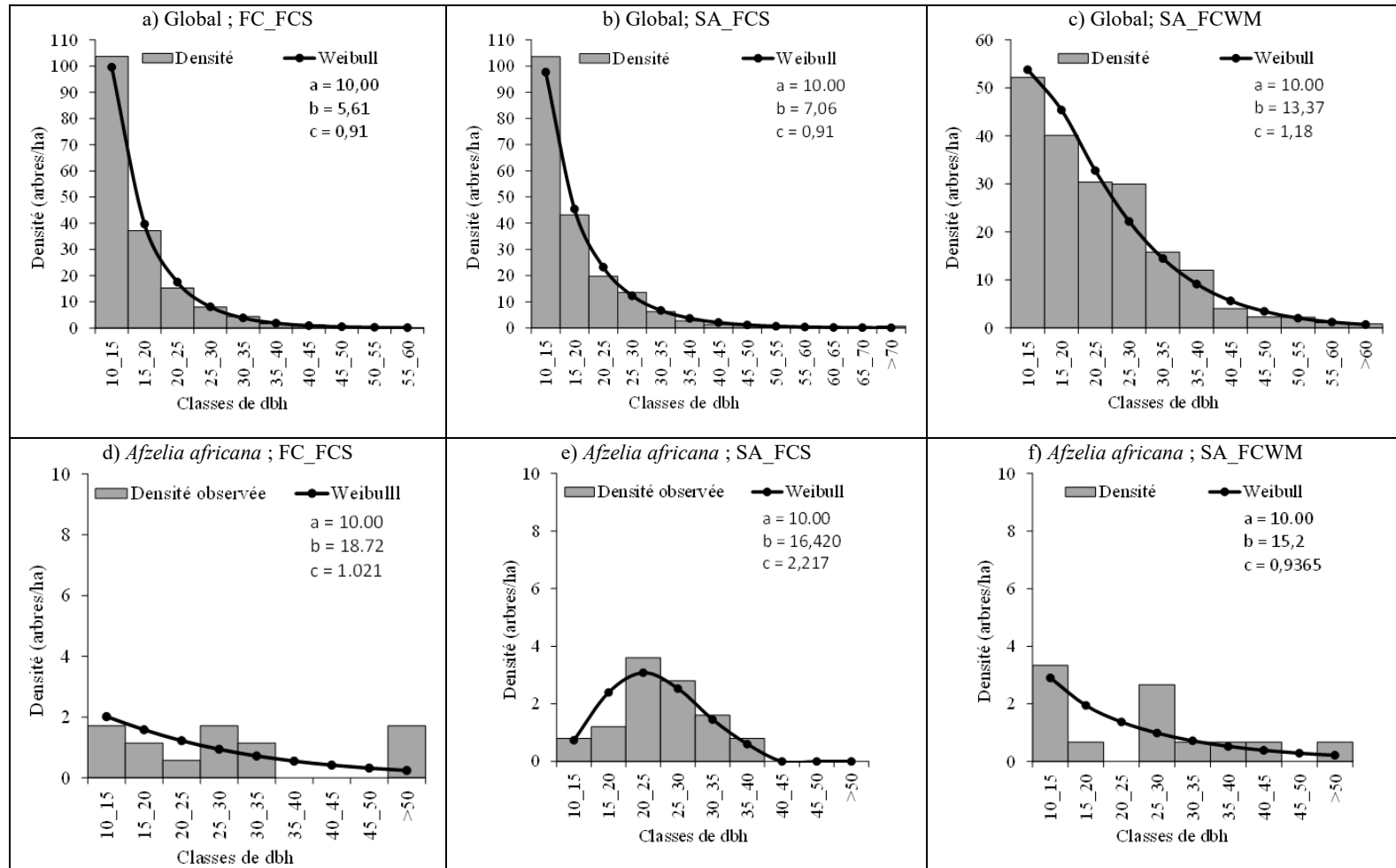
Espèce	Formation	Densité (m ² /ha)		Diamètre moyen (cm)		Surface terrière (m ² /ha)		Hauteur de Lorey (m)		Contribution surface terrière (%)	
		m	CV%	m	CV%	m	CV%	m	CV%	m	CV%
Global	FC FCS	172	31,13	17,2a	13,03	4,00a	39,95	9,6ab	12,28	-	-
	SA FCS	194	25,27	19,8b	21,11	5,98b	47,09	10,1b	23,99	-	-
	SA FCWM	191	40,02	25,6c	18,88	9,39c	35,09	9,2a	16,56	-	-
<i>Azelia africana</i>	FC FCS	8	40,82	29,9	48,28	0,65	86,41	9,8	13,46	25,23	67,61
	SA FCS	10	64,06	25,6	21	0,51	78,48	9,9	32,56	16,7	68,01
	SA FCWM	9	34,99	25,5	45,82	0,60	85,61	8,5	24,19	14,67	80,09
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	FC FCS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SA FCS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SA FCWM	20	94,08	27,1	37,62	1,37	103,59	10,0	28,94	29,35	112,26
<i>Diospyros mespiliformis</i>	FC FCS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SA FCS	4	-	29,0	-	0,26	-	8	-	7,48	-
	SA FCWM	7	46,48	44,7	34,82	1,03	56,54	10,9	19,12	19,7	46,24
<i>Isobertia doka</i>	FC FCS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SA FCS	9a	59,27	28,5	74,4	1,27	153,61	10,7	44,62	28	127,05
	SA FCWM	27b	76,28	32,0	23,14	2,20	83,6	10,7	19,64	48,45	77,67
<i>Prosopis africana</i>	FC FCS	10	124,03	21,3	27,09	0,42	142,23	10,4	22,31	19,13	143,28
	SA FCS	11	63,7	20,1	28,52	0,39	100,15	8,3	14,18	16,82	93,08
	SA FCWM	9	64,18	25,4	31,52	0,46	91,64	9,5	25,14	10,76	71,41
<i>Pseudocedrela kotschy</i>	FC FCS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SA FCS	4	-	23,6	-	0,17	-	8	-	4,95	-
	SA FCWM	11	119,29	25	34,73	0,53	100,65	9,2	29,3	10,56	91,18
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	FC FCS	8	57,74	23,5	33,38	0,37	82,38	10,8	20,9	19,08b	87,51
	SA FCS	10	69,28	25,5	36,43	0,60	96,09	11,7	79,75	20,48b	84,95
	SA FCWM	8	60,76	26,6	32,77	0,43	59,88	9,3	28,37	9,01a	45,23

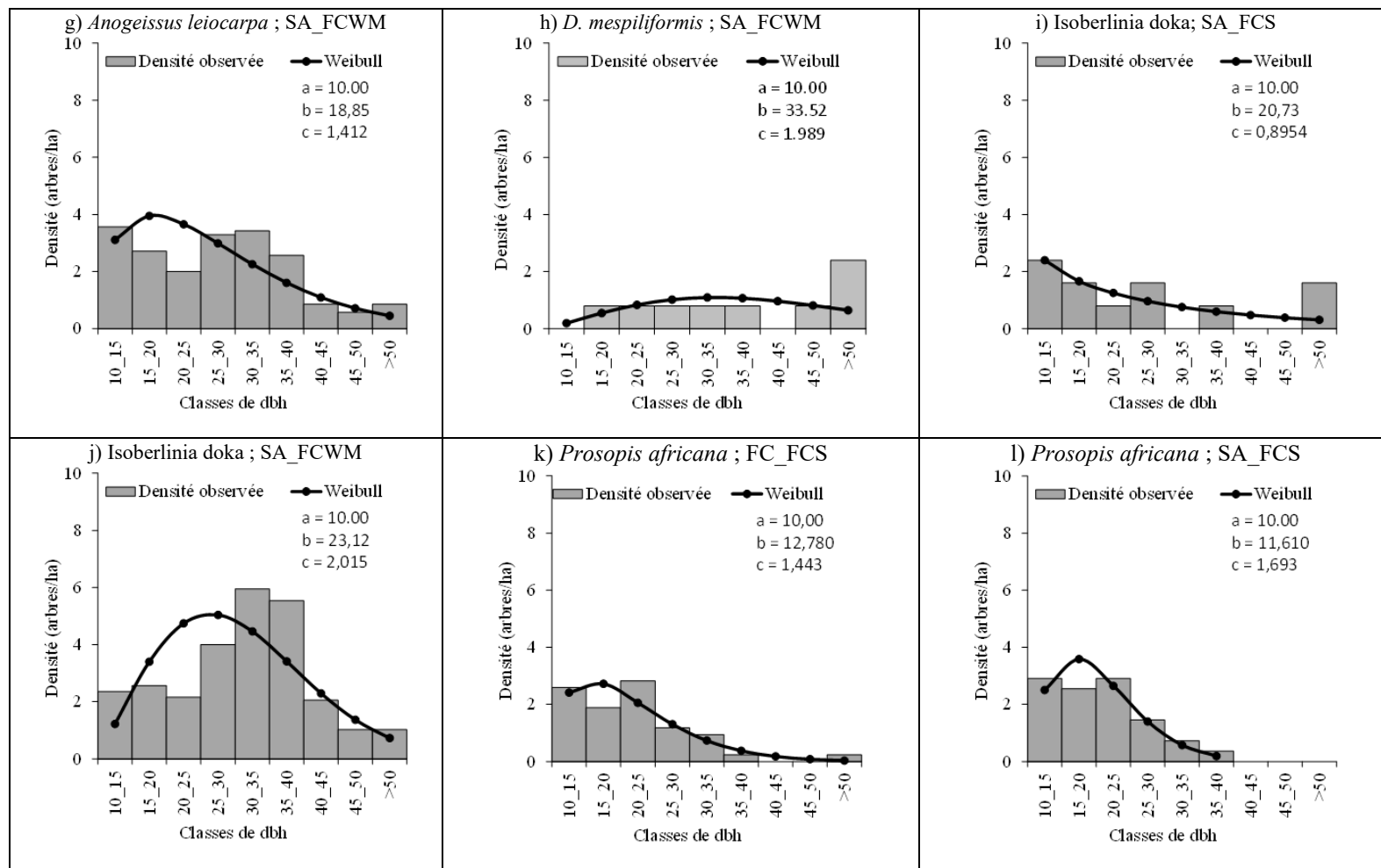
FC_FCS = Forêt claire dans la forêt de Sota ; SA_FCS = Savane arborée et arbustive dans la forêt de Sota ; SA_FCWM : Savane arborée dans la forêt de Wari-Marou ; Les valeurs accompagnées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% ; l'ordre de grandeur des lettres est comme suit : $a < b < c$.

D'une façon générale et pour la plupart des espèces, la régénération n'a été observée que dans un plateau et/ou dans une formation végétale ; c'est ce qui explique le non-calcul des coefficients de variation. Il n'y avait pas de différence significative entre les formations là où les tests de comparaison étaient possibles. La régénération de *A. africana* était quasi-rare dans les formations, et limitées à la première classe de régénération dans un seul plateau dans chaque formation (Tableau 3). Les espèces *A. leiocarpa*, *D. mespiliformis*, *I. doka*, *P. kotschy* et *P. erinaceus* avaient une régénération abondante, seulement dans la SA_FCWM. *P. africana* était la seule espèce ayant une abondante régénération dans les 3 formations.

Tableau 3 : Densité de régénération des espèces de valeur dans les formations végétales
NB : "-" = absence de valeur.

Espèces	Formation	dbh<1 cm		10 cm ≤ dbh < 5 cm		5 cm ≤ dbh < 10 cm	
		m	CV%	m	CV%	m	CV%
<i>Afzelia africana</i>	FC	33	-	-	-	-	-
	SAA	67	-	-	-	-	-
	SA	33	-	-	-	-	-
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	FC	33	-	-	-	-	-
	SAA	-	-	-	-	-	-
	SA	643	181	206	146	161	193
<i>Diospyros mespiliformis</i>	FC	-	-	33	-	-	-
	SAA	-	-	-	-	33	-
	SA	74	177	79	224	48	276
<i>Isobertlinia doka</i>	FC	-	-	-	-	-	-
	SAA	-	-	-	-	-	-
	SA	156	65	122	88	122	173
<i>Prosopis africana</i>	FC	108	46	23	190	23	190
	SAA	152	77	26	255	4	300
	SA	144	101	48	118	22	218
<i>Pseudocedrela kotschy</i>	FC	-	-	-	-	-	-
	SAA	-	-	-	-	-	-
	SA	324	114	100	133	80	214
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	FC	100	-	-	-	20	224
	SAA	-	-	-	-	-	-
	SA	109	67	21	145	12	254





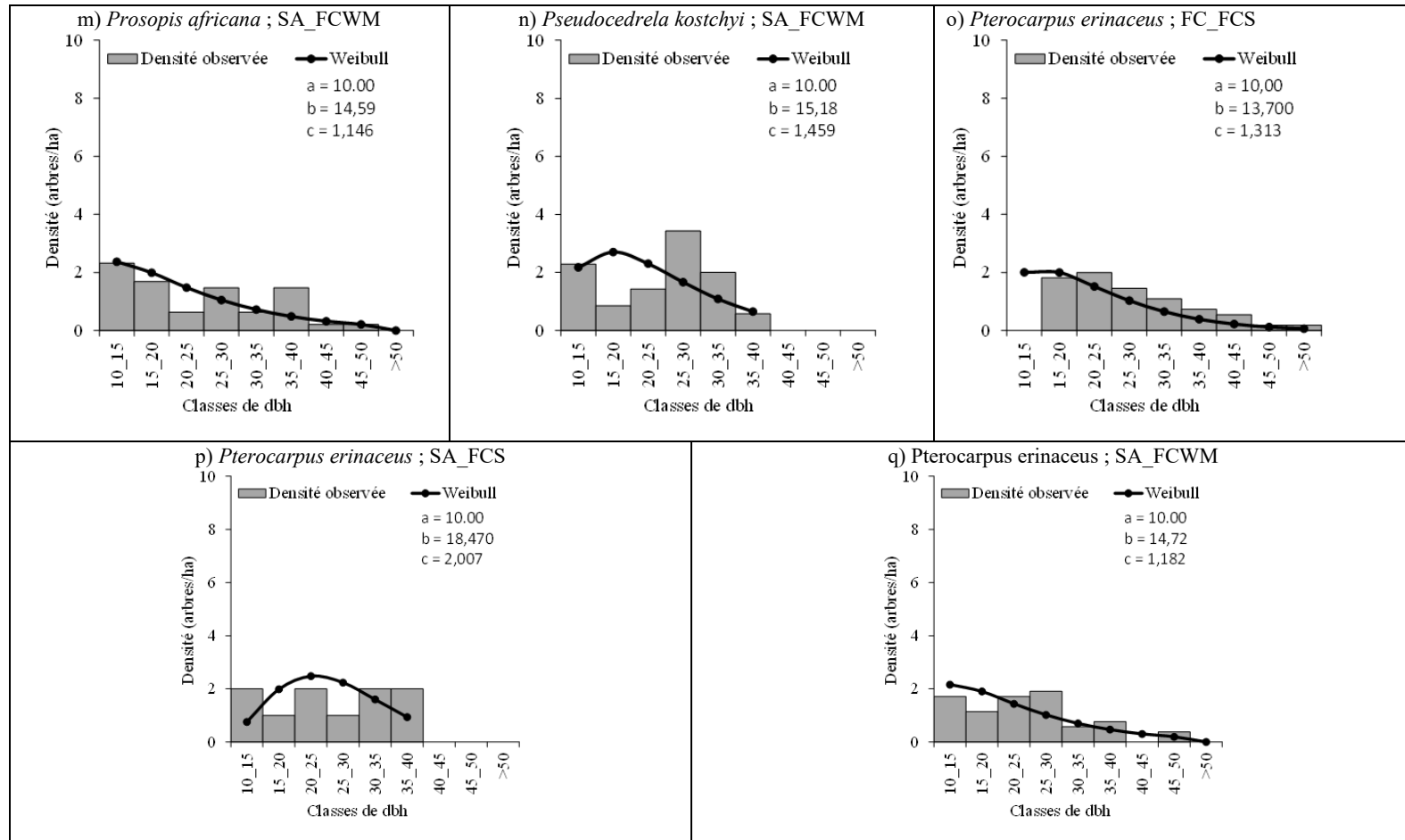


Figure 4 : Distribution par classes de diamètre des arbres des espèces de valeur avec ajustement à la distribution théorique de Weibull

Discussion

Composition floristique et paramètres dendrométriques des formations végétales

La composition floristique variait d'une formation végétale à une autre. La composition floristique de la FC_FCS était complètement différente de celle de la SA_FCWM. On dénombre dans la SA_FCWM, 41 espèces ne se retrouvant pas dans la FC_FCS. Parmi celles-ci, on peut citer *A. leiocarpa*, *A. toxicaria*, *Borassus aethiopium*, *Ceiba pentandra*, *Dialium guineense*, *D. mespiliformis*, *I. doka*, *Monotes kerstingii*, *P. kostchyi*, *Tamarindus indica*, *Uapaca togoensis*. De même, on dénombre 15 espèces de la FC_FCS qui ne se retrouvent pas dans la SA_FCWM. Parmi celles-ci, on peut citer *Crossopteryx febrifuga*, *Terminalia avicennioides*, *Bombax costatum*, *Piliostigma thonningii*, *Ximenia americana*, etc. Par ailleurs, *Detarium microcarpum*, *Crossopteryx febriguga*, *T. avicennioides*, *A. africana*, *P. africana*, *P. erinaceus*, *P. biglobosa* qui ont des IVI élevées dans FC_FCS ont des IVI faibles dans la SA_FCWM. De même, *D. oliveri*, *I. doka*, *P. polyandra*, *A. leiocarpa*, *P. laxiflora* ont des IVI élevées dans la SA_FCWM et des IVI faibles dans la FC_FCWM. La composition de la SA_FCS était intermédiaire. On note plus d'espèces dans la SA_FCWM comparativement aux autres formations. Ceci peut être lié à l'écologie des espèces qui pour la plupart, trouvent certainement leurs préférences stationnelles dans la FCWM. En effet, selon Assédé *et al.* (2023), les caractéristiques écologiques et les types de sol jouent un rôle crucial dans la distribution des associations végétales.

Les savanes arborées de cette étude sont plus riches en espèces que celle de la forêt classée de Goungoun (33 espèces) située au Nord Bénin, à cheval sur les communes de Kandi, Malanville et de Ségbana (Mazo *et al.*, 2020). Du point de vue diversité, on remarque que les savanes arborées de notre étude ont une diversité voisine de celles des savanes de la forêt de Dinderesso et de la forêt classée de Goungoun. Dans les savanes de la forêt de Dinderesso, l'indice de Shannon était compris en 3,16 et 4,50 bits et l'équitabilité de Pielou entre 0,73 et 0,87 (Zampaligre *et al.*, 2020). Dans la forêt de Goungoun, l'indice de Shannon était compris en 2,26 et 2,87 bits et l'équitabilité de Pielou entre 0,81 et 0,85 (Mazo *et al.*, 2020).

La densité des arbres était comprise entre 172 et 194 arbres/ha. Ces valeurs sont relativement faibles comparativement aux 225 tiges/ha observées par (Glèlè Kakaï & Sinsin, 2009) en savane arborée de la FC Wari-Marô. Les densités étaient encore plus faibles que celles des formations à *A. leiocarpa* étudiées par (Assogbadjo *et al.* 2010) dans la forêt de Wari-Marô. La surface terrière de la SA_FCWM était presque le double des surfaces terrières des formations végétales de la FCS. Cela peut être lié aux conditions climatiques des deux forêts. En effet, la pluviométrie dans la zone

soudano-guinéenne où est localisé la FCWM est meilleure que celle de la zone soudanienne qui abrite la FCS. Ce qui s'assimile bien aux résultats de Idrissou *et al.* (2020) qui ont démontré que les gradients climatiques, notamment les variations de température et de précipitations, jouent un rôle crucial dans la distribution des espèces. Par ailleurs, les surfaces terrières dans la FCWM sont similaires à celles de Glèlè Kakaï & Sinsin (2009) dans les formations végétales de la FCWM mais plus faibles que les surfaces terrières trouvées par Assogbadjo *et al.* (2010). Nous suggérons que les deux forêts sont soumises à des pressions anthropiques qui affectent le potentiel ligneux, mais que la pression était plus importante dans la FCS que dans la FCWM. On observe aussi que les formations végétales de la FCS ont des diamètres inférieurs à celles de la FCWM. Ainsi, on suggère que les prélèvements affectent les grands arbres dans ces différentes forêts. Quand on considère les espèces de valeur, la densité et la surface terrière d'*A. africana* sont trop faibles par rapport aux résultats de Fandohan *et al.* (2008) qui ont inventorié 142 arbres/ha, pour une surface terrière de 7,9 m²/ha et un diamètre moyen de 27 cm. La même tendance est observée pour les autres espèces. Glèlè Kakaï & Sinsin (2009) ont inventorié 78 à 90 arbres de *I. doka* par hectare pour des surfaces terrières de plus 5 m²/ha. Assogbadjo *et al.* (2010) ont inventorié environ 110 arbres/ha pour une surface terrière de 10 m²/ha dans les formations végétales à dominance d'*A. leiocarpa* et soumises à de faibles niveaux de pressions anthropiques. Dans cette étude, la densité d'*I. doka* était inférieure à 27 arbres/ha pour une surface terrière de moins de 2 m²/ha. Celle de *A. leiocarpa* était d'environ 20 arbres/ha pour une surface terrière comprise entre 1 et 3 m²/ha. La différence avec les données actuelles peut être liée au fait que ces espèces subissent une exploitation abusive tel que le suggèrent Agbani *et al.* (2018) ou encore Boubou Madja *et al.* (2023). Selon ceux-ci, une forte pression peut entraîner une diminution du diamètre moyen et de la hauteur des arbres, affectant ainsi la structure globale de la forêt. Ces différences peuvent cependant être aussi liées au fait que les placeaux n'aient pas été installés dans des peuplements à dominance de ces différentes espèces, ou plutôt que les fortes qualités technologiques de ces espèces font qu'elles sont vraiment exploitées et laissent place à d'autres espèces secondaires. Entre les formations végétales, aucune différence significative n'a été notée pour les paramètres dendrométriques des espèces cibles. On ne peut donc pas conclure de l'impact d'un gradient climatique sur les paramètres dendrométriques de ces espèces.

Viabilité des populations d'espèces de valeur

L'étude du regroupement des tiges par classe de diamètre présente un grand intérêt en aménagement forestier car elle est une expression de la structure du peuplement. La forme classique de la structure d'un peuplement

inéquienne ou multispécifique non dégradé est caractérisée par une fréquence élevée de jeunes individus dans les petites classes de diamètre et une diminution progressive des individus au fur et à mesure que le diamètre devient grand (Glèlè Kakaï & Sinsin, 2009). On note une allure globalement décroissante pour toutes les formations végétales étudiées dans ce travail. Il y avait plus de petits arbres dans la FCS comparativement à la FCWM, tandis qu'il y avait plus de grands arbres dans la FCWM. Lorsque les espèces sont prises individuellement, on remarque de façon classique une allure globalement décroissante pour les espèces qui tolèrent l'ombre et une allure généralement en forme de cloche pour les espèces exigeantes en lumière (Geldenhuys, 1992 ; Sokpon, 1995). Assogbadjo *et al.* (2010) ont observé une structure en forme de J-renversée pour les populations d'*A. leiocarpa*, avec une abondance des individus de 10 à 40 cm. Des structures similaires ont été observées par Glèlè Kakaï & Sinsin (2009). Ici, la faible densité, généralement ≤ 10 arbres/ha, constatée pour les espèces dans les formations végétales ne permet pas d'apprécier vraiment la dynamique de leurs populations. L'utilisation du coefficient d'asymétrie combiné à l'étude de la régénération permet de voir la distribution des arbres en deux grandes catégories que sont : les grands arbres ou les semenciers, et les petits arbres et la régénération destinés à assurer le renouvellement dans la population (Feeley & Davies, 2007). *A. africana*, *A. leiocarpa*, *D. mespiliformis* et *P. kotschy* avaient des coefficients d'asymétrie supérieur à 0, traduisant une prédominance des arbres de faibles diamètres dans leur sous-populations. Les sous-populations de *A. africana* sont caractérisés en plus d'une quasi-inexistence de la régénération, ce qui pose un problème de recrutement à long-terme dans toutes les formations. Les trois autres espèces avaient une bonne régénération dans la SA_FCWM, ce qui permet de conclure sur l'existence d'un bon potentiel de renouvellement dans cette formation, mais une difficulté à s'établir dans la SA_FCS et la FC_FCS. Dans les SA_FCWM, les sous-populations de *I. doka*, *P. africana* et *P. erinaceus* sont caractérisés par une prédominance des petits arbres et une bonne régénération. Cela suggère un bon potentiel de renouvellement de leurs sous-populations. Dans les autres formations, leurs sous-populations sont caractérisées par une prédominance des grands arbres, et une faible régénération, sauf pour *P. africana* qui a une bonne régénération dans toutes les formations. Ainsi, les sous-populations de *I. doka* et *P. erinaceus* auront des problèmes de renouvellement à long terme si aucune mesure d'aménagement n'est prise. Comparativement aux autres études, les densités de régénération obtenues au cours de ce travail sont faibles. Glèlè Kakaï & Sinsin (2009) ont enregistré des densités de l'ordre du millier pour *I. doka* dans les forêts de Wari-Marô. La faible densité de semenciers peut expliquer les faibles densités de semis obtenus pour la plupart des espèces. Les

potentiels de régénération varient vraiment en fonction des espèces dans les différentes formations végétales. Un bon potentiel de jeunes arbres existe pour *A. leiocarpa* (FCWM) et *P. africana* (FCS et FCWM). Il n'en est pas de même pour les autres espèces. Les coefficients de variation très élevés traduisent la variabilité dans la distribution de la régénération (Atchadé Samuel, 2014). Compte tenu de leurs valeurs d'importances dans les différentes forêts, de leurs démographies, des interventions sylvicoles doivent être menées pour assurer un bon renouvellement et une bonne accumulation dans les sous-populations de ces espèces. Les mesures ne peuvent se faire sans une participation et une bonne sensibilisation des populations riveraines.

Conclusion

L'analyse de la structure des populations des espèces de valeur dans les forêts du Bénin selon un gradient climatique a été menée en zone soudano-guinéenne (forêt classée Wari-Marô) et en zone soudanienne (forêt classée de la Sota). Par rapport aux espèces de valeur cibles, *Isoberlinia doka* et *Anogeissus leiocarpa* étaient plus importantes dans la forêt classée de Wari-Marô tandis que *Azizelia africana*, *Prosopis africana* et *Pterocarpus erinaceus* étaient plus importantes dans la forêt classée de Sota. *Pseudocedrela kotschy* et *Diospyros mespiliformis* avaient des IVI faibles dans toutes les forêts. Même si aucune différence significative n'a été notée entre les forêts pour les paramètres dendrométriques, il a été noté qu'à long terme, des problèmes de remplacement des arbres peuvent se poser dans certaines populations. Des interventions sylvicoles comme l'enrichissement sont à faire pour augmenter la densité de chacune de ces espèces en forêt et pour assurer leur viabilité à court, moyen et long terme.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Adomou, A.C., Sinsin, B., Akoégninou, A.A., & van der Maesen, J. (2010). Plant species and ecosystems with high conservation priority in Benin. In: van der Burgt X., van der Maesen J. & Onana J.-M. (eds). Systematics and Conservation of African Plants, Royal Botanic Gardens, 429–444.

2. Agbani, P.O., Amagnide A., Goussanou, C., Azihou, F., & Sinsin, B. (2018). Structure des peuplements ligneux des formations végétales de la forêt sacrée de Nassou en zone soudanienne du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 12(6): 2519-2534. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i6.5>
3. Akpona, J.D.T., Assogbadjo, A.E., Fandohan, A.B., & Glele Kakaï, R. (2017). Inventory and multicriteria approach to identify priority commercial timber species for conservation in Benin. *Bois et Forêts des Tropiques*, 333(3): 5-16.
4. Annongu, A.A., Joseph, J.K., & Liebert, F. (2004). Effect of anaerobic fermentation and Lyle treated *Prosopis africana* seed meal on the nutritional and hematological responses of Harco chicks. *Journal of Raw Materials Research*, 1: 33–41.
5. Assèdé, E.S.P., Biaou, S.S.H., Azihou, A.F., Orou, H., Geldenhuys, C.J., & Chirwa, P.W. (2023). Trees response to selective thinning and pruning in Sudanian woodland zone. *Front. For. Glob. Change* 6:1108323. doi: 10.3389/ffgc.2023.1108323
6. Assogbadjo, A.E., Glèlè Kakaï, R.L., Sinsin, B., & Pelz, D. (2010). Structure of *Anogeissus leiocarpa* Guill., Perr. Natural stands in relation to anthropogenic pressure within Wari-Marô Forest Reserve in Benin. *Afr. J. Ecol.*, 48, 644–653
7. Atchadé Samuel, N. (2014). Caractéristiques structurale, écologique et ethnobotanique de la population de *Diospyros mespiliformis* Hochst. Ex A.DC. (Ebenaceae) dans la forêt classée de Wari-Marô (Nord-Bénin). Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master Professionnel Gestion des Ressources Naturelles et de la Biodiversité, FSA UAC.
8. Atchadé Samuel, N., Koura, K., & Ganglo, C.J. (2021). "Ethnobotanical assessment of *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex A.DC (Ebenaceae) in the classified forest of Wari-Marô (Sudano-guinean area of Benin, West Africa)". *Ethnobotany Research and Applications*, 22 (2021) 1 - 12. Retrieved from <https://ethnobotanyjournal.org/index.php/era/article/view/2739>
9. Atchadé Samuel, N. & Ganglo, C.J. (2024). Caractéristiques ethnobotaniques de quelques espèces d'arbres à usages multiples des forêts classées de Wari-Marô et Sota au Bénin. *Afrique SCIENCE* 25(2) (2024) 1 - 24
10. Bounou Madja, R., Morou, B., Idrissa, I., Moussa, S., & Mahamane, A. (2023). Caractéristiques dendrométriques et structurales des ligneux fourragers en zone sahélo - soudanienne : cas de *Maerua crassifolia* Forssk. *Afrique SCIENCE* 23(5) (2023) 81 – 93.

11. Dessard, H., & Bar-Hen, A. (2004). Experimental Design for spatial sampling applied to the study of tropical forest regeneration. *Canadian Journal of Forest Research*, 35:5, 1149-1155
12. Dossou, M.E., Lougbégnon, O.T., Houessou, G.L., Téka, S.O., & Tenté, A.H.B. (2012). Caractérisation phytoécologique et structurale des groupements végétaux de la forêt marécageuse d'Agonvè et de ses milieux connexes au Sud-Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 53: 3821 – 3830
13. Fandohan, B., Kakai Glèlè, R., Sinsin, B., & Pelz, D. (2008). Caractérisation dendrométrique et spatiale de trois essences ligneuses médicinales dans la forêt classée de Wari-Marô au Bénin. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 12: 173 – 186.
14. FAO (2014). Une nouvelle dynamique pour les forêts méditerranéennes. *Unasylva* 242, Vol. 65, 2014/1
15. Feeley, K., & Davies, S.J. (2007). Do current stem size distribution predict future population changes? An empirical test of intraspecific patterns in tropical trees at two spatial scales. *Journal of Tropical Ecology*, 23 : 191-198.
16. Ganglo, J.C., & de Foucault, B.D. (2006). Plant communities, forest site identification and classification in Toffo reserve, South-Benin, *Bois et Forêts des Tropiques*, 288 (2) : 25 – 38
17. Geldenhuys, C.J. (1992). The use of diameter distributions in sustained-use management of forests: Examples from Southern Africa. *Proceedings of an International Symposium*, Victoria Falls, Zimbabwe, 27-29 July 1992. Zimbabwe Forestry Commission and SAREC, Harare, 154-167
18. Glèlè Kakaï, R., & Sinsin, B. (2009). Structural description of two *Isoberlinia* dominated vegetation types in the Wari-Marô Forest Reserve (Benin). *South African Journal of Botany*, 75 : 43–51
19. Herrero-Jáuregui C., García-Fernández C., Sist P.L.J., & Casado M.A. (2011). Recruitment dynamics of two low-density neotropical multiple-use tree species. *Plant Ecology*, 212 (9) : 1501-1512.
20. Houehanou, T.D., Assogbadjo, A.E., Glele Kakaï, R., Houinato, M., & Sinsin, B. (2011). Valuation of local preferred uses and traditional ecological knowledge in relation to three multipurpose tree species in Benin (West Africa). *Forest Policy and Economics*, 13: 554–562
21. Houankpèvi, A., Yévidé, A.S.I., Ganglo, J.C., Devineau, J.L., Azontonde, A.H., Adjakidje, V., Agbossou, E.K., & de Foucault, B. (2011). Structure et écologie de la forêt à *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex A.DC. et à *Dialium guineense* Willd. de la réserve de Massi (La Lama), Bénin. *Bois et forêts des tropiques*, 308 (2) : 33-46

22. Idrissou, Y., Mama Sambo Seidou, Y., Assani Seidou, A., Sanni Worogo, H., Assogba, B. G. C., Alkoiret Traoré, I., & Houinato, M. (2020). Influence du pâturage et du gradient climatique sur la diversité floristique et la productivité des parcours naturels au Bénin. *Revue d'élevage Et De médecine vétérinaire Des Pays Tropicaux*, 73(3), 161–167. <https://doi.org/10.19182/remvt.31894>
23. Mazo, I., Zakari, S., & Toko Imorou, I. (2020). Diversité et structure de la végétation ligneuse dans la forêt classée de Goungoun et ses terroirs riverains au Nord-Bénin. *Revue de Géographie du Bénin*, Université d'Abomey-Calavi (Bénin), 27 : 4 - 27
24. Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
25. Nishimura, S., Yoneda, T., Fujii, S., Mukhtar, E., & Kanzaki, M. (2008). Spatial patterns and habitat associations of Fagaceae in a hill dipterocarp forest in Ulu Gadut, West Sumatra. *Journal of Tropical Ecology*, 24 : 535-550.
26. PAMF (2007). Plan d'Aménagement Participatif du complexe des forêts classées de Wari-Marou et des Monts Kouffé. Volume A (Partie descriptive), 267 p.
27. Rondeux, J. (1999). La mesure des arbres et des peuplements forestiers. *Presses agronomiques de Gembloux, Gembloux*, 521 p.
28. Sinsin, B., Eyog Matig, O., Assogbadjo, A.E., Gaoué, O.G., & Sinadouwirou, T. (2004). Dendrometric characteristics as indicators of pressure of *Azalia africana* Sm. trees dynamics in different climatic zones of Benin. *Biodiversity and Conservation*, 13 : 1555–1570
29. Sokpon, N. (1995). Recherche écologique sur la forêt dense semi-décidue de Pobè au Sud-Est du Bénin : groupements végétaux, structure, régénération naturelle et chute de litière. Thèse de Doctorat, *ULB*, p350
30. Sokpon, N., Biaou, S.H., Ouinsavi, C., & Hunhyet, O. (2006). Bases techniques pour une gestion durable des forêts claires du Nord-Bénin : rotation, diamètre minimal d'exploitabilité et régénération. *Bois et forêts des tropiques*, 287 (1) : 45-57
31. Yêhouénou-Tessi, D.R., Akouèhou, G.S., & Ganglo, J.C. (2012). Caractéristiques structurales et écologiques des populations de *Antiaris toxicaria* (Pers.) Lesch et de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn dans les forêts reliques du Sud-Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6(6): 5056-5067
32. Zakari, S., Tente, B.A.H., Toko Imorou, I., Yabi, I., Afouda, F., & N'Bessa, B. (2015). Variabilité hydropluviométrique et dynamique de l'occupation des terres dans le bassin de la Sota à l'exutoire de

- Coubéri au Bénin (Afrique de l'Ouest). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 13(2): 235-250
33. Zampaligre, N., Kagambega, F.W., Zida, D., Traore, C.T., & Sawadogo, L. (2020). Composition floristique, diversité et structures des ligneux de savanes pâturées : cas de la zone sylvopastorale de Dinderesso, Burkina Faso. *Afrique Science* 16(1): 78 – 91