



État de conservation de la forêt naturelle de Pobè au sud-est Bénin

Romain Dadi ^{a, *}, Sedami Igor Armand Yevide ^a, Romaric Vihotogbe ^{a, b}, Carolle MA Avocevou-Ayisso ^a

^a Laboratoire des Sciences végétale, Horticole et Forestière (LaSVHF), École de Foresterie Tropicale (EForT), Université Nationale d'Agriculture (UNA), P.O.BOX : 43 Kétou (Republic of Benin)

^b Laboratoire d'Ecologie Appliquée, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526, Cotonou, Republic of Benin

RÉSUMÉ

Après 25 ans de cogestion, la diversité biologique de la forêt naturelle de Pobè, au Bénin, n'a pas été mise à jour. Cette étude vise à évaluer l'état de conservation de cet écosystème protégé, soumis à de nombreuses pressions anthropiques. Les objectifs sont de réévaluer la superficie actuelle de la forêt grâce à la télédétection pour avoir une précision de la superficie forestière, de réaliser un inventaire floristique exhaustif pour décrire sa composition et sa diversité végétale actuelles, et d'analyser les caractéristiques écologiques et structurales de la forêt. Les relevés ont été effectués dans 56 placeaux carrés de 40 m*40 m distants d'au moins 100 m chacun, installés de manière presque uniforme selon les axes Sud-Nord ou Ouest-Est, couvrant 8,96 ha (7,17 % de la surface totale). Dans chaque placeau, toutes les espèces d'arbres avec un diamètre à hauteur de poitrine (d.b.h.) \geq 5 cm ont été recensées. Les coordonnées géographiques du centre de chaque placeau ont été relevées à l'aide d'un GPS. Les indices de diversité ont été calculés avec le logiciel R version 4.0.2, et la distribution diamétrique ajustée à la loi de Weibull à 3 paramètres avec MINITAB version 14. Au total, 69 espèces d'arbres réparties en 62 genres et 26 familles ont été inventoriées, dominées par la famille des Leguminosae (incluant les sous-familles Caesalpinioideae, Mimosoideae et Papilionoideae). La densité du peuplement était de 180 individus/ha, avec une surface terrière de 35,26 m²/ha et un diamètre moyen de 39,11 cm. Une enquête socio-économique a caractérisé les usages des 69 espèces inventoriées, assurant une analyse fine de l'importance des ressources forestières pour les communautés locales. La distribution diamétrique ajustée à la loi de Weibull présente un indice de forme $c = 1,17$, typique des forêts naturelles non dégradées. La superficie de la forêt, réévaluée avec ArcGIS, est de 125,5 hectares, montrant une légère augmentation par rapport aux 115 hectares estimés en 1995. Cette étude fournit des informations actualisées pour orienter les gestionnaires dans leurs interventions pour une gestion durable de cet écosystème forestier.

Mots-clés : Conservation forestière, inventaire floristique, Diversité biologique, Pressions anthropiques, Forêt naturelle de Pobè, Bénin

ABSTRACT

After 25 years of co-management, the biological diversity of the natural forest of Pobè in Benin has not been updated. This study aims to assess the conservation status of this protected ecosystem, which is subject to numerous anthropogenic pressures. The objectives are to re-evaluate the current area of the forest using remote sensing to obtain precise forest cover measurements, to conduct a comprehensive floristic inventory to describe its current plant composition and diversity, and to analyze the ecological and structural characteristics of the forest. The surveys were carried out in 56 square plots of 40 m*40 m, spaced at least 100 m apart, installed in a nearly uniform manner along the South-North or West-East axes, covering 8.96 ha (7.17% of the total area). Within each plot, all tree species with a diameter at breast height (d.b.h.) \geq 5 cm were recorded. The geographic coordinates of the center of each plot were recorded using a GPS. Diversity indices were calculated using R software version 4.0.2, and the diameter distribution was fitted to the 3-parameter Weibull distribution using MINITAB version 14. In total, 69 tree species belonging to 62 genera and 26 families were inventoried, dominated by the Leguminosae family (including the subfamilies Caesalpinioideae, Mimosoideae and Papilionoideae). The stand density was 180 individuals/ha, with a basal area of 35.26 m²/ha and an average diameter of 39.11 cm. A socio-economic survey characterized the uses of the 69 inventoried species, ensuring a fine analysis of the importance of forest resources for local communities. The diameter distribution fitted to the Weibull law has a shape parameter $c = 1.17$, typical of undisturbed natural forests. The forest area, re-evaluated using ArcGIS, is 125.5 hectares, showing a slight increase compared to the 115 hectares estimated in 1995. This study provides updated information to guide managers in their interventions for the sustainable management of this forest ecosystem.

Keywords: Forest conservation, floristic inventory, Biological diversity, Anthropogenic pressures, Pobè natural forest, Benin

1. Introduction

Les écosystèmes forestiers tropicaux d'Afrique de l'Ouest constituent l'un des écosystèmes les plus diversifiés de la planète, avec une riche biodiversité et un taux d'endémisme élevé (Myers et al., 2000 ; Avikpo et al., 2017). Toutefois, ces forêts font face à des taux de déforestation parmi les plus alarmants au monde, pouvant atteindre 1,44% par an dans certains pays (FAO, 2005). Cette dégradation rapide des écosystèmes forestiers menace gravement la diversité végétale et animale de la région. Malgré ce constat préoccupant, ces forêts jouent un rôle crucial dans la

régulation du climat, la protection des sols et le maintien de la biodiversité (Tchatat, 1999 ; Larwanou et al., 2006). Elles fournissent également de nombreuses ressources végétales utilisées par les populations locales (Goussanou et al., 2011).

Cependant, les écosystèmes forestiers d'Afrique de l'Ouest, et plus particulièrement du Bénin, font face à de multiples menaces. Au sud-est du Bénin, seuls subsistent quelques îlots de forêts denses, menacés par la déforestation et la dégradation (FAO, 2010 ; Soufouyane et al., 2018). Assogbadjo et al. (2010) ; Adjakpa et al. (2013) ; Toko Imorou et al. (2019) estiment que les pertes de capital naturel sont dues à des facteurs

* Corresponding author: Romain Dadi

E-mail address: romaindadi97@gmail.com

Received in Aug 2022 and accepted in Sep 2024

environnementaux, climatiques, démographiques et anthropiques. C'est le cas de la forêt naturelle de Pobè, l'une des rares reliques de forêts dans la zone Guinéo-Congolaise du Bénin.

La forêt de Pobè a subi une réduction de 84,4% de sa superficie en 73 ans (Sokpon, 1995), entraînant la disparition des espèces végétales de leurs écosystèmes naturels (Adomou et al., 2017). Malgré cela, elle abrite encore une végétation arborée diversifiée. Cependant, le dernier inventaire exhaustif remonte à plus de 25 ans (Sokpon, 1995) et les écosystèmes forestiers du Bénin subissent depuis une dégradation importante, avec des taux de déforestation annuels atteignant 4% (FAO, 2009 ; Awokou et al., 2009). Il est donc primordial d'actualiser les connaissances sur la composition et la structure de cette forêt conservée, afin d'évaluer son état de conservation face à l'évolution des pressions.

C'est dans ce contexte que cette étude vise à réaliser un état des lieux actualisé des ressources phytogénétiques de la forêt naturelle de Pobè, au Bénin. L'objectif général est d'évaluer l'état de conservation de cette forêt protégée, qui fait face à de nombreuses pressions anthropiques. Plus spécifiquement, il s'agit dans un premier temps de réévaluer la superficie actuelle de la forêt à l'aide d'outils de télédétection, afin de quantifier les changements de la couverture forestière sur les dernières décennies. Ensuite, l'étude vise à réaliser un inventaire floristique exhaustif de la forêt pour décrire sa composition et sa diversité végétale actuelles. Enfin, elle analysera les caractéristiques écologiques et structurelles de la forêt, notamment la répartition des espèces, la structure diamétrique, afin d'évaluer son état de conservation. En considérant les caractéristiques floristiques, structurelles et écologiques de la forêt il y a 25 ans (Sokpon, 1995) et les pressions anthropiques qu'elle a subies, nous faisons l'hypothèse que la forêt a connu des régressions floristiques et structurelles significatives au cours des dernières décennies.

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

L'étude a été menée dans la forêt naturelle de Pobè (6°57'20" et 6°58'04" de latitude nord et 2°39'46" et 2°40'45" de longitude est), situé au centre de la ville de Pobè dans le département du Plateau au sud-est du Bénin (Figure 1). D'une superficie de 115 ha (Sokpon, 1995), la forêt est située à l'extrémité sud du domaine du Centre de Recherches Agricoles des Plantes Pérennes (CRA-PP). Le sud-est du Bénin possède encore quelques îlots de forêts denses (Akoègninou, 2004) appartenant, soit à l'État (les forêts classées), soit aux communautés (les forêts sacrées). La région de Pobè est sous l'influence du climat subéquatorial marqué par deux saisons de pluie avec une pluviométrie annuelle variant entre 1200-1300 millimètres et deux saisons sèches (Akoègninou et al., 2006). Le sol est de type ferrallitique et sans concrétions. La végétation naturelle de la forêt naturelle de Pobè est dominée par *Triplochiton scleroxylon*; *Antiaris toxicaria* et *Celtis adolfi-friderici* avec la variante à *Ceiba pentandra*; *Terminalia superba* et *Piptadeniastrum africanum* (Sokpon, 1995). Les genres endémiques de la région Guinéo-Congolaise sont représentés par des espèces telles que *Amphimas pterocarpoides*, *Anthonia spp.*, *Distemonanthus benthamianu*, *Antrocaryon micraster*, *Coelocaryon preussii* et *Discoglyprema caloneura* (Adomou, 2005). Deux ethnies (Hollé et Nagot) dominent nettement la population de Pobè, ayant comme activités l'agriculture sur brûlis, l'élevage, la chasse et le

commerce des produits forestiers non ligneux PFNL (Adomou, 2005 ; Codjia et al., 2009).

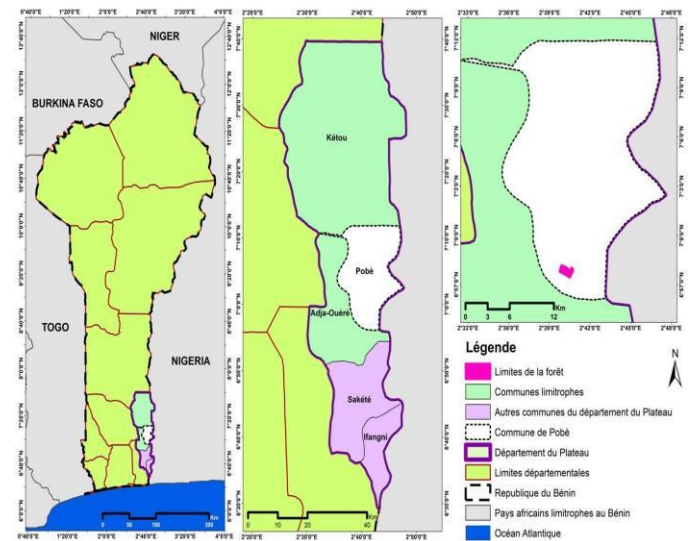


Figure 1. Milieu d'étude.

2.2. Méthodes

2.3. Collecte de données géospatiales, délimitation et estimation de la superficie de la forêt

Pour évaluer la superficie de la forêt naturelle de Pobè, une image satellite pléiades de 2020 avec une résolution de 60 cm (0,6 m) en mode panchromatique et 2,4 m en mode multispectral a été utilisée. Cette image de très haute résolution couvrant 20 km x 20 km a permis d'identifier précisément les limites de la forêt. Le croisement de l'image satellitaire avec les coordonnées géographiques des bornes forestières prises avec le système de positionnement global GPS dans le logiciel SIG ArcMap version 10.4 a finalisé la délimitation, assurant une évaluation fiable de la superficie actuelle de cet écosystème forestier conservé. Après avoir finalisé cette délimitation, la taille de la forêt a été estimée à l'aide de l'outil de calcul des superficies intégré dans la boîte à outils d'ArcMap. Cette démarche a permis d'obtenir une évaluation précise et fiable de la superficie actuelle de la forêt naturelle de Pobè.

2.4. Échantillonnage pour la collecte de données d'inventaire forestier

Des études récentes indiquent que les parcelles carrées sont les plus recommandées dans les forêts tropicales denses (Houéto et al., 2013 ; Salako et al., 2013), dans le cadre de l'évaluation de la biodiversité. Ainsi, les relevés ont été effectués dans 56 placeaux carrés de 40 m x 40 m, distants d'au moins 100 m les uns des autres, conformément aux recommandations de Gounot (1969) sur les méthodes d'échantillonnage en écologie végétale. Au total, ces 56 placeaux couvrent une superficie de 8,96 ha, soit un taux de sondage de 7,17 % de la surface totale de la forêt. Dans chaque placeau, toutes les espèces d'arbre présentes avec un diamètre à hauteur de poitrine (dbh.) supérieur ou égal à 5 cm (Sokpon, 1995) ont été identifiées, enregistrées et leurs diamètres mesurés à l'aide d'un ruban pi. Les espèces non identifiées sur le terrain ont été échantillonnées puis identifiées à l'herbier national sur la base de la flore

données ont été soumises à un test d'ajustement de Kolmogorov-Smirnov pour assurer la possibilité d'ajustement à la distribution de Weibull.

3. Résultats

3.1. Analyse de la superficie de la forêt de Pobè

La forêt naturelle de Pobè est limitée par des plantations de palmier à huile, des agglomérations, des champs et jachères de part et d'autre. Sa

superficie actuelle, estimée à l'aide de ArcMap, est de 125,5 hectares (Figure 2.a). Cette valeur montre une légère augmentation par rapport à la superficie de 115 hectares rapportée il y a 25 ans pour cette même forêt naturelle.

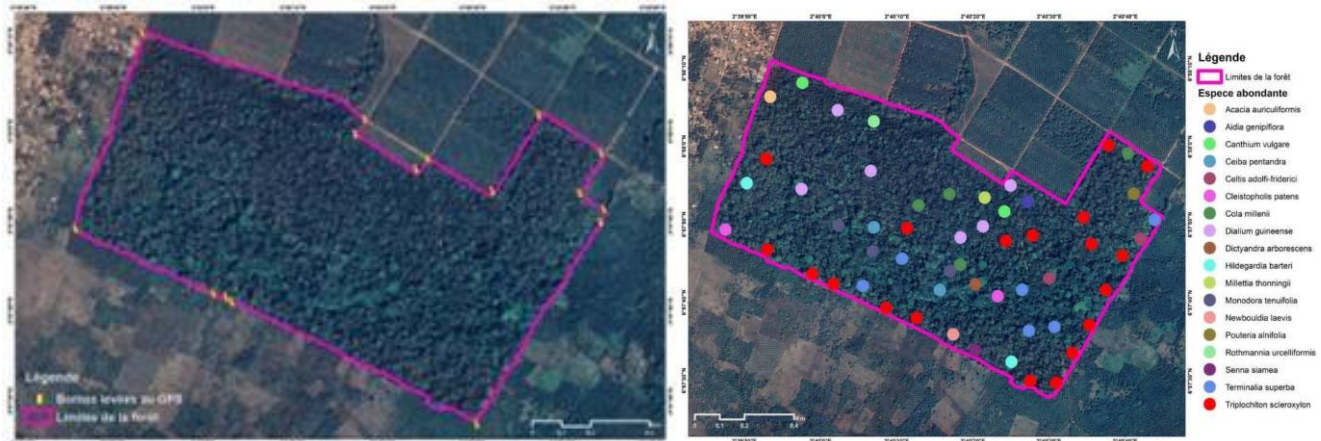


Figure 2. Délimitation des limites actuelles de la Forêt Naturelle de Pobè (a) et la représentation spatiale de l'espèce la plus abondante dans chaque placeau inventorié (b)

Les familles les plus importantes sont les Leguminosae (incluant les sous-familles Caesalpinioideae, Mimosoideae et Papilionoideae), qui représentent 65,38% des espèces inventoriées. Viennent ensuite les Moraceae et les Sterculiaceae, chacune à 23,08%, ainsi que les Rubiaceae (19,23%) et les Euphorbiaceae (15,38%) (Figure 3). Cette répartition des familles botaniques dominantes est typique des forêts denses semi-décidues de la région Guinéo-Congolaise au Bénin.

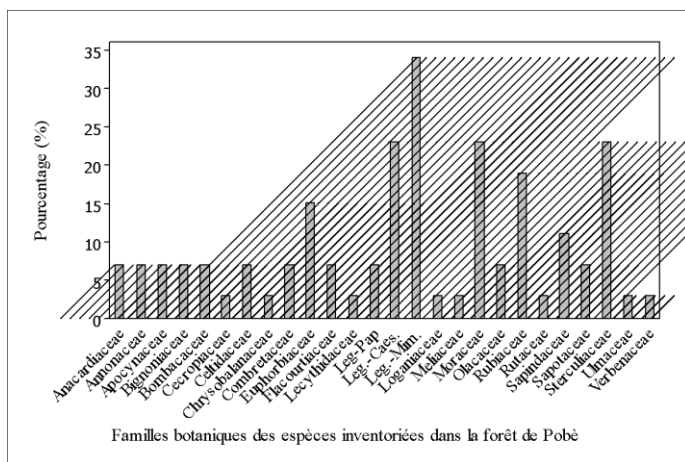


Figure 3. Fréquence relative des familles botaniques recensées.

Légendes : Leg.-Caes.: Leguminosae-Caesalpinioideae, Leg.-Mim.: Leguminosae-Mimosoideae, Leg.-Pap.: Leguminosae-Papilionoideae.

L'indice de diversité de Shannon calculé (H) est de 3,4 bits, ce qui, par rapport à l'indice de diversité maximale théorique de Shannon (Hmax = 5 bits), rend la forêt naturelle de Pobè modérément diversifiée. L'Équitabilité de Pielou (Eq) calculée est de 0,55, ce qui la situe légèrement au-dessus de l'indice théorique moyen de Pielou (Eq = 0,5).

Par conséquent, l'équitabilité de Pielou est relativement moyenne dans ce cas. On observe donc une certaine régularité dans la répartition des individus des espèces, bien que ce ne soit ni très forte ni très faible. Cette situation intermédiaire traduit une communauté végétale où les espèces sont assez bien réparties en termes d'abondance, sans dominance marquée. Cela témoigne d'un certain équilibre écologique. Quant à l'indice de Bray Curtis, la variation a été entre 0,29 et 1 dont la moyenne est de 0,69. Le minimum est 0,29 qui signifie que certains placeaux ont presque la même composition floristique, c'est-à-dire qu'ils partagent presque les mêmes espèces.

3.2. Catégories d'espèces d'arbres inventoriées et état de conservation

La répartition des 69 espèces d'arbres inventoriées dans la forêt est présentée dans le Tableau 1.

Parmi les 69 espèces recensées, 16 (14,5%) sont des espèces d'arbre à bois commerciaux (Tableau 1), comprenant 8 espèces de bois d'œuvre et 2 espèces de bois énergie très appréciées des populations riveraines de la forêt naturelle de Pobè, telles que Dialium guineense et Zanthoxylum zanthoxyloides qui sont de puissants combustibles. En outre, 9 espèces (13,0%) sont identifiées comme ayant des produits forestiers non ligneux (PFNL) comestibles (Tableau 1) qui comprend les arbres à fruits, feuilles, fleurs etc.

Parmi les espèces inventoriées, plusieurs ont été identifiées sur la Liste rouge de l'UICN mais les plus préoccupante sont Afzelia africana (Vulnérable) et Milicia excelsa (Quasi menacé). Ces résultats soulignent l'importance de la forêt naturelle de Pobè en tant que réservoir de biodiversité et de ressources forestières essentielles pour les populations locales. Cependant, la présence d'espèces vulnérables indique la nécessité

de mesures de conservation adaptées pour préserver cet écosystème fragile.

Tableau 1. Répartition des espèces d'arbres par catégorie d'utilisation.

Catégories d'utilisation des arbres	Sous-catégories	Exemples d'espèces	Nombre d'espèces	Proportion (%)
Espèces d'arbre à bois commerciaux	Bois d'œuvre	<i>Azelia africana</i> , <i>Antiaris toxicaria</i> , <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Hymenaea courbaril</i> , <i>Milicia excelsa</i> , <i>Piptadeniastrum africanum</i> , <i>Terminalia superba</i> , <i>Triplochiton scleroxyl o</i>	8	11,6%
	Bois énergie	<i>Dialium guineense</i> , <i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i>	2	2,9%
Produits	Forestiers	<i>Blighia sapida</i> , <i>Chrysophyllum albidum</i> , <i>Cola gigantea</i> , <i>Cola millenii</i> , <i>Deinbollia pinnata</i> , <i>Dialium guineense</i> , <i>Parkia bicolor</i> , <i>Ricinus dendron heudelotii</i> , <i>Spondias mombin</i>	9	13,0%
	Non Ligneux (PFNL)			
Autres espèces			50	72,5%
Total d'espèces inventoriées			69	100%

3.3. Diversité des types biologiques et phytogéographiques de la forêt naturelle de Pobè

Les mésophanérophytes représentent les types biologiques les plus courants dans la forêt naturelle dense semi-décidue de Pobè (29 espèces) soit 42,03 %. Ils sont suivis par les microphanérophytes (25 espèces) soit 36,23 %, les mégaphanérophytes (13 espèces) et les Nanophanérophytes (02 espèces) sont les moins représentés (tableau 1). Les espèces

guinéennes sont largement majoritaires dans la forêt naturelle de Pobè et prédominent avec un taux de 75,36 %. Les espèces soudano-guinéennes (SG) représentent 13,04 % et les espèces soudaniennes (S) représentent 4,35 % (Tableau 2).

Tableau 2. Analyses globales des types biologiques et phytogéographiques.

Types biologiques	Nombre d'espèces	% d'espèces
MPh	13	18,84
mPh	29	42,03
mph	25	36,23
nph	2	2,90
Total	69	100
Types phytogéographiques		
At	1	1,45
S	3	4,35
GC	49	71,01
SG	9	13,04
Pt	4	5,80
GO	2	2,90
GE	1	1,45
Total	69	100

Légendes : MPh : mégaphanérophyte (> 30 m), mPh : mésophanérophyte (8–30 m), mph : microphanérophyte (2–8 m), nph : nanophanérophyte (0,5–2 m) ; GC : Guinéo-Congolaise, GE : Basse Guinée, GO : Haut Guinée, S : Soudanien, SG : Soudano-Guinéenne transition, At : Afrique Tropicale, Pt : Pantropical

3.4. Caractéristiques structurales des espèces d'arbres de la Forêt naturelle de Pobè

Le peuplement d'arbres (dbh \geq 5 cm) de la forêt compte 69 espèces réparties dans 56 placeaux. La densité des arbres de dbh \geq 5 cm est égale à 180 pieds /ha. Le nombre d'espèces d'arbres recensé par placeau a été projeté sur l'image satellitaire à très haute résolution de la forêt naturelle de Pobè (Figure 4.a). Ceci révèle que les placeaux aux densités les plus élevées sont concentrés dans le noyau central de la forêt, tandis que ceux à faible densité sont très fréquents à la lisière de forêt. On peut donc en déduire que la forêt suit un processus de dégradation de la lisière vers le noyau. La surface terrière calculée pour la forêt est de 35,26 m²/ha. Plus précisément, la surface terrière de chaque placeau d'inventaire dans la forêt a été calculée et projetée sur l'image satellitaire à très haute résolution (Figure 4.b). On constate que les plus grandes valeurs de la surface terrière sont représentées aléatoirement dans la forêt.

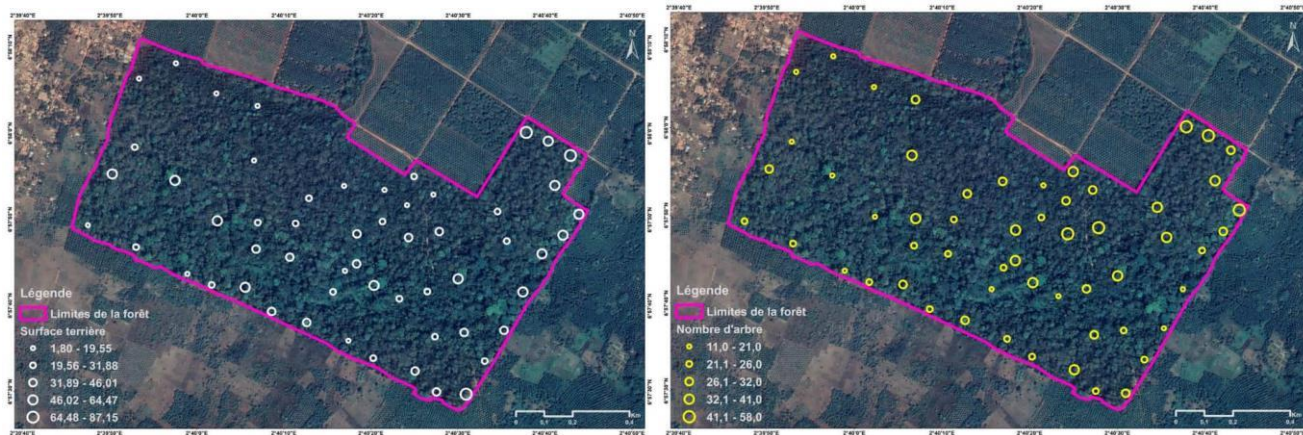


Figure 4.

3.5. Structure diamétrique du peuplement d’arbres de la Forêt naturelle de Pobè

La distribution diamétrique des individus de toutes les espèces inventoriées dans la forêt de Pobè, ajustée à la distribution de Weibull avec un indice de forme $c = 1,17$, suggère une répartition asymétrique positive ou asymétrique droite. Cette forme de distribution est typique des populations en agrégats, où les individus de petit diamètre sont relativement plus nombreux. Cette répartition indique que la forêt est composée majoritairement d’arbres jeunes ou de petit diamètre. Cela peut être caractéristique d’une forêt en régénération, subissant des pressions anthropiques qui empêchent les arbres d’atteindre des diamètres plus grands. La forêt actuelle est principalement composée d’individus de diamètre compris entre 5 et 198 cm, mais dominée par des individus de 10 à 30 cm de dbh. Les individus de gros diamètres (diamètre >100 cm) sont moins observés à l’échelle de la forêt (Figure 5). De la même manière, on note à travers la distribution de Weibull un petit déficit d’individus de la classe de diamètre (dbh) de 5 à 10 cm (Figure 5)

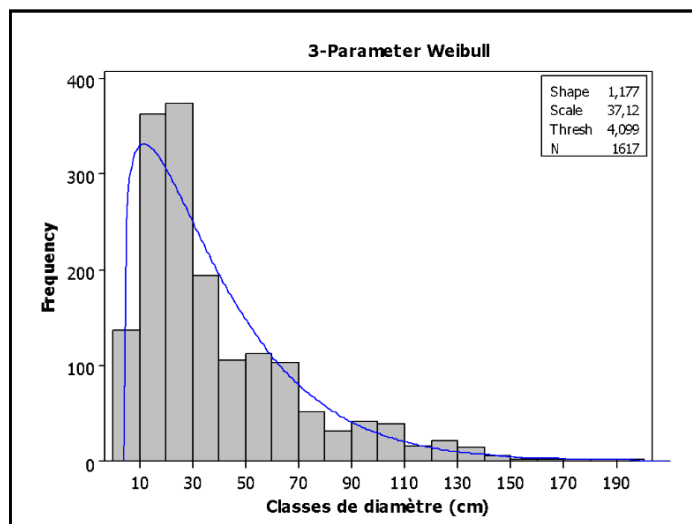


Figure 5.

4. Discussion

La superficie actuelle de la forêt naturelle de Pobè estimée à 125,5 hectares, est supérieure de plus de 10 hectares à la valeur obtenue il y a 25 ans par Sokpon (1995) qui était d’environ 115 hectares. Cette différence positive pourrait s’expliquer par une amélioration des

techniques de télédétection utilisées pour la délimitation des limites forestières d’une part. D’autre part, cette différence pourrait s’expliquer par la méthodologie d’estimation utilisée, les outils de télédétection actuels permettant généralement une plus grande précision dans la délimitation des limites forestières (Avery & Burkhart, 2015). Sokpon (1995) a utilisé des méthodes de cartographie traditionnelles, basées sur des relevés de terrain et des mesures géométriques directes, pour délimiter les contours de la forêt et en calculer la superficie totale. Néanmoins, il convient de noter que la forêt a subi une réduction drastique de sa couverture, passant de 750 hectares en 1922 à seulement 115 hectares en 1995, soit une perte de 84,4% de sa superficie en 73 ans. Bien que la tendance soit à la légère augmentation ces dernières années, la superficie actuelle reste très inférieure aux étendues forestières historiques de ce site. Cette réévaluation de la superficie de la forêt naturelle de Pobè, en comparaison avec les données antérieures, permet de mieux appréhender les dynamiques spatiales qu’a connues cet écosystème forestier conservé au fil du temps.

En termes de richesse spécifique, les 69 espèces d’arbres inventoriées dans la forêt naturelle de Pobè sont légèrement inférieures aux 74 espèces ligneuses recensées par Sokpon (1995) il y a 25 ans. Cette valeur est proche de celles obtenues par Dissou et al. (2018) dans la galerie forestière de la rivière Kossi au centre du Bénin (66 espèces) mais inférieure à celles rapportées par Adjakpa et al. (2011, 2013) dans la forêt dense de Sakété (89 espèces) et les îlots forestiers communautaires riverains de la vallée de Sô (72 espèces). Cette hétérogénéité de la distribution des espèces peut s’expliquer par l’existence de micro-habitats au sein de la forêt, présentant des conditions environnementales légèrement différentes et favorisant ainsi l’installation préférentielle de certaines espèces (Engelbrecht et al., 2007).

L’analyse de la composition floristique montre que les familles botaniques les plus riches en espèces sont les Leguminosae, Moraceae, Sterculiaceae, Rubiaceae et Euphorbiaceae. Cette prédominance des légumineuses est une caractéristique récurrente de la flore forestière béninoise, comme l’ont souligné Akoègninou (2006) et Adjakpa et al. (2013).

L’analyse de la diversité végétale de la forêt naturelle de Pobè révèle une équitabilité de Pielou (Eq) d’une valeur de 0,55. Selon Magurran (2004), cette valeur d’équitabilité modérée indique que la communauté végétale présente une diversité spécifique relativement bien répartie, sans dominance marquée d’une ou plusieurs espèces. Cela traduit une

situation intermédiaire entre une communauté très équilibrée, où les abondances des espèces seraient similaires, et une communauté plus déséquilibrée, dominée par quelques espèces seulement. Cette distribution relativement équitable des individus entre les différentes espèces est un signe de bonne santé de l'écosystème forestier étudié. Elle témoigne d'un certain équilibre dans les interactions et les processus écologiques qui régissent la dynamique de la végétation (Magurran, 2004 ; Gotelli & Chao, 2013). Cependant, la valeur modérée de l'indice de Pielou suggère également une certaine vulnérabilité de cet écosystème face aux perturbations futures.

Par ailleurs, la valeur de l'indice de similarité de Bray-Curtis calculée est de 0,57. Selon Legendre & Legendre (2012), cette valeur indique que les espèces sont représentées de manière relativement hétérogène au sein de la forêt de Pobè. Autrement dit, la répartition des abondances spécifiques n'est pas uniforme, avec des variations significatives entre les différentes zones de l'écosystème. Cette hétérogénéité de la distribution des espèces peut s'expliquer par l'existence de micro-habitats au sein de la forêt, présentant des conditions environnementales légèrement différentes et favorisant ainsi l'installation préférentielle de certaines espèces (Tilman, 1982 ; Silvertown, 2004). Elle peut également refléter les perturbations historiques qu'a subies cet écosystème forestier, induisant une mosaïque de stades successionnels.

L'analyse des types biologiques montre que les mésophanérophyles et les microphanérophyles dominent, ce qui est caractéristique des forêts denses humides d'Afrique de l'Ouest (Aké Assi, 1984 ; Akoègninou, 2004). De même, la flore guinéo-congolaise représente 75% des espèces, reflétant l'appartenance de la forêt de Pobè à cette région phytogéographique (Aké Assi, 1984 ; Adjakpa et al., 2013).

La structure de la forêt révèle une densité d'arbres (180 tiges/ha) inférieure à celle observée il y a 25 ans (810 tiges/ha) bien que la surface terrière (35,26 m²/ha) se situe dans la fourchette des valeurs rapportées pour les forêts denses semi-caducifoliées du Bénin (Adjakpa, 2011). Le diamètre moyen (39,11 cm) a quant à lui augmenté par rapport à la valeur de 1995 (25,86 cm) indiquant une maturation des individus.

La distribution diamétrique des tiges, ajustée à la loi de Weibull, montre une structure en "J renversé" caractéristique des forêts naturelles non dégradées (Dupuy, 1998). Cela témoigne d'un bon potentiel de régénération de la forêt de Pobè avec une prédominance d'individus de petit diamètre (Whitmore, 1990).

Bien que la forêt naturelle de Pobè ait subi des pressions anthropiques importantes, les résultats de cette étude montrent qu'elle conserve encore une diversité floristique et une structure relativement équilibrées. Cependant, la baisse de la densité d'arbres et la présence d'espèces menacées (vulnérable et quasi menacé) soulignent la nécessité de mesures de gestion durable pour assurer la pérennité de cet écosystème forestier protégé.

5. Implications pour le développement

La connaissance des différentes stratégies développées par les agriculteurs pour faire face aux contraintes agro-climatiques qui agissent sur leurs productions dans l'arrondissement de Zounguè est d'un grand intérêt pour le développement. L'agriculture dans l'arrondissement de Zounguè est pluviale, alors, les producteurs ont intérêt à mieux

s'intéresser aux épisodes climatiques et pratiques agricoles plus efficaces et plus efficaces pour éviter des pertes. Le fait que les producteurs développent des stratégies pour faire face à la rareté des pluies, le retard ou la précocité des pluies, les fortes températures et également à l'infertilité des sols, leur permet de maximiser la production ou leur rendement, d'éviter des pertes de semences, de lutter contre l'insuffisance alimentaire puis d'améliorer leur condition de vie.

Par ailleurs, en liaison avec le développement, ces stratégies mises en place renforcent les piliers économique et social du terme. Le partage ou la publication de ces résultats de recherche permettront à d'autres peuples qui n'ont pas encore expérimenté l'une ou l'autre de ces stratégies de le faire. Cela peut aussi contribuer à des recherches contradictoires entre chercheurs de différents pays et susciter de ce fait plus de recherche dans le domaine en vue de lever les équivoques pour une agriculture durable dans le monde en générale et l'Afrique en particulier.

6. Conclusion

L'étude de la forêt naturelle de Pobè, au Bénin, a révélé une diversité floristique équilibrée de 69 espèces réparties en 26 familles, dominées par les Leguminosae, Moraceae et Sterculiaceae, typiques de la flore béninoise, mais une dynamique forestière stagnante ces deux dernières décennies. Les indices de diversité calculés révèlent une situation intermédiaire, avec une équitabilité modérée et une hétérogénéité dans la répartition des espèces. Ces caractéristiques témoignent d'un certain équilibre écologique de cet écosystème forestier conservé, tout en soulignant sa vulnérabilité face aux perturbations futures. La diminution notable de la densité d'arbres et la présence d'espèces menacées comme *Azalia africana* et quasi menacé comme *Milicia excelsa* indiquent la fragilité de cet écosystème face aux pressions anthropiques. Des mesures de conservation, incluant protection renforcée, restauration écologique et implication des communautés locales, sont nécessaires pour assurer sa pérennité.

Les limites de cette étude résident dans son caractère ponctuel, sans suivi diachronique à long terme de l'évolution de la forêt. Des investigations complémentaires, intégrant notamment l'analyse de la régénération et des usages des ressources forestières par les populations locales seraient nécessaires pour affiner le diagnostic et proposer des stratégies de gestion plus durable.

Pour préserver cet écosystème, des actions comme la mise en place d'un cordon de plantation d'espèces à croissance rapide autour de la forêt, la lutte contre les coupes illégales et la sensibilisation des communautés riveraines sont recommandées pour pérenniser cet écosystème forestier fragile à long terme.

Remerciements

Les auteurs remercient le directeur du Centre de Recherche Agricole des Plantes Pérennes (CRA-PP) pour avoir donné l'autorisation d'accès à l'espace forestier pour la collecte des données. Ils remercient également les responsables de l'Ecole de Foresterie Tropicale (EForT) pour avoir appuyé notre demande auprès du CRA-PP. Il convient également de remercier M. Da-Sohoun SOGLO, M. Valentin KOUHOUEYOU et M. Oscar GOLOU pour leur participation à l'inventaire forestier.

Références bibliographiques

- Adjakpa J. B. 2011. *Diversité floristique, structure et cartographie de la forêt classée de Sakété au sud du Bénin*. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.
- Adjakpa JB, Adomou AC, Essou JP, Sèwadé C, Akoègninou A. 2013. Caractérisation de la végétation des îlots forestiers communautaires riverains de la vallée de Sô au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(1) 194-213.
- Adomou AC, Dassou GH, Houénon GH, A, Alladayè A, Yedomonhan H. 2017. 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 Biology and Chemical Sciences*, 11(5) 2040-2057.
- Adomou CA. 2005. *Vegetation patterns and environmental gradients in Benin. Implications for biogeography and conservation*. PhD Thesis. Wageningen University, Wageningen: 150p.
- Aké Assi L. 1984. *Flore de la Côte d'Ivoire : étude descriptive et biogéographique, avec quelques notes ethnobotaniques*. Thèse de Doctorat d'État, Université d'Abidjan, Côte d'Ivoire.
- Akoègninou A, Van der Burg WJ, Van der Maesen WJ. 2006. *Flore analytique du Bénin*. Backhuys Publishers, Wageningen, Pays-Bas, 1034 p.
- Akoègninou A. 2004. *Recherches botaniques et écologiques sur les forêts actuelles du Bénin*. Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Cocody, Côte d'Ivoire, p.325.
- Assogbadjo AE, Glèlè Kakäi R, Adjallala FH, Azihou AF, Vodouhè GF, Kyndt T, Codjia JTC. 2010. Ethnic differences in use value and use patterns of the threatened multipurpose scrambling shrub (*Caesalpinia bonduc* L.) in Benin. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(9) 1549-1557.
- Avery TE. & Burkhart HE. 2015. *Forest measurements*. Waveland Press.
- Avikpo DJ, Dassou GH, Adomou AC, Houénon GHA, Tente B, Sinsin AB. 2017. Impact des caractéristiques de la végétation sur la diversité d'usages des plantes autour de deux grandes forêts classées et d'une réserve botanique au Sud-Bénin. *European Scientific Journal*, 13(30) 376-394.
- Awokou KS, Ouinsavi C, Sokpon N. 2009. Analyse de la dynamique spatio-temporelle des formations végétales de la forêt classée de l'Ouémé Supérieur au nord du Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin*, 12(1), 49-66.
- Baselga A. 2013. Separating the two components of abundance-based dissimilarity: balanced changes in abundance vs. abundance gradients. *Methods in Ecology and Evolution*, 4 (6), 552-557.
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27(4), 325-349.
- Bullock BP, Burkhart HE. 2005. Juvenile diameter distributions of loblollypine characterized by the two-parameter Weibull function. *New Forests*, 29: 233-244.
- Codjia JTC, Vihotogbe R, Lougbegnon TO. 2009. Phytodiversité des légumes-feuilles locale consommée par les peuples Holli et Nagot de la région de Pobè au sud-est du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 3(6): 1265-1273.
- Daget P. 1980. Le nombre de diversités de Hill, un concept unificateur dans la théorie de la diversité écologique. *Acta Oecologica/Oecol. Gener*, 1 (1) : 51-70.
- De Souza S. 1988. Flore du Bénin. Noms des plantes médicinales dans les langues nationales béninoises. Cotonou. 414 p.
- Dissou AA, Wotto VD, Gbètoho AJ, Houéhanou TD, Tente BAH, Houinato MRB. 2018. Diversité floristique et structure de la galerie forestière de la rivière Kossi dans les communes de Dassa-Zoumè et Glazoué au Centre-Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(1), 79-95.
- Dupuy B. 1998. Bases pour une sylviculture en forêt dense tropicale humide africaine. *Bois et Forêts des Tropiques*, 256, 22-35.
- Engelbrecht BM, Comita LS, Condit R, Kursar TA, Tyree MT, Turner BL & Hubbell SP. 2007. Drought sensitivity shapes species distribution patterns in tropical forests. *Nature*, 447(7140) 80-82.
- FAO 2009. *Situation des forêts du monde 2009*. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome, Italie.
- FAO. 2010. *Situation des forêts du monde 2010*. Rome, Italie. 110 p.
- Foddy W. 1993. *Constructing questions for interviews and questionnaires: Theory and practice in social research*. Cambridge university press.
- Glèlè kakäi R, Bonou W, Lykke AM. 2016. Approche méthodologique de construction et d'interprétation des structures en diamètre des arbres. *Annales des Sciences Agronomiques*, 20 : 99-112.
- Gotelli NJ & Chao A. 2013. Measuring and estimating species richness, species diversity, and biotic similarity from sampling data. *Encyclopedia of biodiversity*, 5(1) 195-211.
- Gounot M. 1969. *Méthodes d'étude quantitative de la végétation*. Masson, Paris.
- Goussanou C, Tenté B, Djègo J, Agbani P, Sinsin B. 2011. Inventaire, caractérisation et mode de gestion de quelques produits forestiers non ligneux du Bassin versant de la Donga. *Annales Sciences Agronomiques*, 14(1) 77-99.
- Herrero-Jáuregui C, García-Fernández C, Sist PL, Casado MA. 2012. Recruitment dynamics of two low-density neotropical multiple-use tree species. *Plant Ecology*, 212 (9): 1501-1512.
- Houeto G, Glele Kakäi R, Salako KV, Assogbadjo A, Fandohan B, Sinsin B, Palm R. 2013. Effect of inventory plot patterns in the floristic analysis of tropical woodland and dense forest. *African Journal of Ecology* 52(3): 257-264.
- Larwanou M, Abdoulaye M, Reij C. 2006. Etude de la régénération naturelle assistée dans la région de Zinder (Niger). *International Resources Group, USAID*, 56 p.
- Legendre P. & Legendre LF. 2012. *Numerical ecology* (Vol. 24). Elsevier.

- Mack N., Woodsong C., MacQueen KM., Guest G., Namey E. 2019. Qualitative research methods: a data collector's field guide. 2005. *Family Health International*.
- Magurran AE. 2004. Measuring biological diversity. *Blackwell Science*, Oxford, UK.
- Millet J. 2003. *Etude de la biodiversité arborée, de la structure et de l'évolution dynamique du massif forestier de Tan Phu (Vietnam) après son exploitation*. Thèse de doctorat, université Claude Bernard, Lyon 1, France.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca GAB, Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- Pielou EC. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology* 13: 131–144.
- Salako VK, Glèlè Kakaï R, Assogbadjo AE, Fandohan B, Houinato M, Palm R. 2013. Efficiency of inventory plots patterns in the quantitative analysis of vegetation: case study of tropical woodland and dense forest in Benin. *Southern forests* 75 (3): 137–143.
- Shannon CE. 1948. *A mathematical theory of communications*. *Bell. System Technical Journal*, 27: 379–423.
- Silvertown J. 2004. Plant coexistence and the niche. *Trends in ecology & evolution*, 19(11) 605-611.
- Sokpon N. 1995. *Recherches écologiques 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. Université Libre de Bruxelles. p.350.
- Soufouyane Z, Imorou TI, Thomas OAB, Djaouga M, Arouna O. 2018. Application De La Télédétection Et Du Sig Au Suivi Des Formations Végétales De La Forêt Classée DesTrois Rivières Au Nord-Est Du Bénin. *European Scientific Journal*, 14(15) : 1857 – 7881.
- Tchatat M. 1999. Produits forestiers autres que le bois d'œuvre (PFAB) : Place dans l'aménagement durable des forêts denses humides d'Afrique Centrale. Série FORAFRI, document 18, 95p.
- Tilman D. 1982. Resource competition and community structure. Princeton university press.
- Toko Imorou I, Arouna O, Zakari S, Djaouga M, Thomas O, et al. 2019. Évaluation de la déforestation et de la dégradation des forêts dans les aires protégées et terroirs villageois du bassin cotonnier du Bénin. Conférence OSFACO : Des images satellites pour la gestion durable des territoires en Afrique, Cotonou, Bénin, 25p.
- Whitmore TC. 1990. *An introduction to tropical rain forests*. Oxford: Clarendon Press. 226pp.
- Wiegand T, Gunatilleke S, Gunatilleke N, Okuda T. 2007. Analyzing the spatial structure of a Sri Lankan tree species with multiple scales of clustering. *Ecology*, 88, 3088–3102.
- Wild DJ. 2005. MINITAB release 14. *J. Chem. Inf. Model.* 45, 212-212.