

Structure et potentiel de séquestration de carbone de la forêt classée de Foubou à Korhogo au nord de la Côte d'Ivoire

Structure and potential carbon sequestration of the Foubou classified forest (Korhogo) in northern of Côte d'Ivoire

Taonda Adama^{1,2*}, N'Guessan Anny Estelle², Kouakou Amani Bienvenue², Ouedraogo Hassane³, Kassi N'Dja Justin²

¹Centre d'Excellence Africain sur le Changement Climatique, la Biodiversité et l'Agriculture Durable (CEA- CCBAD) de l'Université Félix Houphouët-Boigny, UFR Biosciences, Laboratoire de Botanique, Côte d'Ivoire, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

²Université Félix Houphouët-Boigny, UFR Biosciences, Laboratoire de Botanique, Côte d'Ivoire, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

³Laboratory of Plant Biology and Ecology, University Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

*Auteur correspondant ; E-mail : adamataonda1@gmail.com

Comment citer l'article : Taonda Adama, N'Guessan Anny Estelle, Kouakou Amani Bienvenue, Ouedraogo Hassane, Kassi N'Dja Justin (2023) Structure et potentiel de séquestration de carbone de la forêt classée de Foubou à Korhogo au nord de la côte d'Ivoire. *Rev Ecosystèmes et Paysages (Togo)*, 3(2) : 1–12, e-ISSN (Online) : 2790-3230

DOI :

<https://doi.org/10.59384/recopays.tg3216>

Reçu : 1 octobre 2023

Accepté : 15 décembre 2023

Publié : 30 décembre 2023



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Résumé

Les écosystèmes forestiers jouent un rôle important dans l'atténuation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère à travers la séquestration du carbone. En effet, la fixation du carbone dans la biomasse végétale et dans le sol constitue une fonction primordiale de par la conservation de la forêt. Dans l'optique de définir une politique climatique mondiale, des estimations fiables des stocks de carbone des aires protégées s'avère nécessaire. Dans ce contexte, cette étude a pour objectif principal de déterminer la structure de la végétation de la forêt classée et afin d'estimer son potentiel de séquestration du carbone. La méthodologie utilisée a consisté à l'installation de 20 placettes d'inventaire forestier de 100 m x 20 m chacune à l'intérieur desquelles les individus ligneux dont le DBH \geq 2,5 cm ont été mesurés. Les données dendrométriques collectées ont permis d'élaborer la structure de cette formation forestière. La distribution de la structure des espèces en classes de diamètre et de hauteur présente une forme en « J- renversée », témoin du renouvellement du peuplement arborescent. La forêt classée de Foubou séquestre une quantité de carbone qui est de 182,33 t/ha. Malgré sa dynamique de reconstitution et son potentiel de séquestration de carbone, cette forêt est le siège permanent des activités anthropiques anarchiques qui impactent négativement sa dynamique de reconstitution. Des actions durables de gestion serait nécessaire pour l'amélioration du potentiel de séquestration de carbone.

Mots clés

Structure, Séquestration de carbone, Changement Climatique, activité anthropique, Forêt classée

Abstract

Forest ecosystems play an important role in the mitigation of greenhouse gases in the atmosphere through carbon sequestration. Indeed, carbon sequestration in plant biomass and soil is a key function of forest conservation. In order to define a global climate policy, reliable estimates of the carbon stocks of protected areas are needed. In this context, the main objective of this study is to determine the vegetation structure of the classified forest and to estimate its carbon sequestration potential. The methodology used consisted in setting up 20 forest inventory plots, each measuring 100 m x 20 m, in which woody individuals with DBH ≥ 2.5 cm were measured. The dendrometric data collected enabled the structure of this forest formation to be worked out. The distribution of species structure in diameter and height classes shows an inverted J-shape, reflecting the renewal of the tree stand. The Foubou classified forest sequesters 182.33 t/ha of carbon. Despite its reconstitution dynamics and carbon sequestration potential, this forest is the permanent site of anarchic anthropic activities, which have a negative impact on its reconstitution dynamics. Sustainable management actions are needed to improve carbon sequestration potential.

Keywords

Structure, Carbon sequestration, Climate change, Anthropogenic activity, Classified forest

1. Introduction

L'augmentation des températures à la surface de la terre et des océans, la perturbation de la répartition spatio-temporelle des pluies, l'élévation importante du niveau de la mer en empreinte anthropique environnementale constituent autant de thèmes d'actualité mondiale convergeant communément vers le phénomène de « changement climatique » (GIEC 2007). Les écosystèmes forestiers jouent en ce sens un rôle important dans l'atténuation du changement climatique comme la limitation de l'accroissement des gaz à effet de serre dans l'atmosphère par le biais de la séquestration du carbone (Locatelli 2013). Elles font parties des réservoirs de carbone les plus importants de la planète et jouent un rôle principal contre le réchauffement climatique (Rarivoson 2019). Lorsqu'un écosystème capte davantage de CO₂ qu'il n'en émet dans l'atmosphère, on dit qu'il est un puits de carbone (GIEC 2006). Dans le bilan global de carbone, les écosystèmes terrestres sont reconnus comme jouant un rôle essentiel, absorbant près de 30% du CO₂ anthropique total émis (GIEC 2013). Selon Ouédraogo et al. (2006), les caractéristiques structurales et la dynamique de peuplements de ces écosystèmes sont constamment modifiées par les différentes activités anthropiques. La composition ainsi que la structure du peuplement forestier changent au gré des perturbations naturelles, de divers modes de succession végétale et des interventions humaines, (MFFP QUEBEC 2016). L'anthropisation de ces écosystèmes constitue une des causes de la perte de la biodiversité et une réduction du potentiel de séquestration de carbone (Estelle 2016; Cisse et al. 2020). La région de Korhogo fait partie des régions de la Côte d'Ivoire qui conservent encore leurs reliques forestières (Kassoum 2018). Ces reliques forestières sont confrontées à la forte croissance démographique couplée aux aléas climatiques qui accentuent la réduction drastique du couvert forestier, puits considérable des stocks de carbone. De nos jours, le changement climatique est l'un des principaux problèmes environnementaux auquel l'humanité est confrontée. Ayant pris conscience de cette réalité, la communauté internationale a placé le changement climatique au cœur de ses préoccupations (Kooke et al. 2019). En Afrique, et particulièrement en Côte d'Ivoire, la variabilité climatique s'est aggravée avec la dégradation du couvert forestier (Brou et al. 1998), justifiant l'intérêt de se préoccuper des réactions écosystémiques en termes de bilan carbone des forêts. Même si le changement climatique est une préoccupation internationale, les bénéfices de l'adaptation sont locaux et ceux de l'atténuation sont globaux. La fixation du carbone dans la biomasse végétale et dans le sol constitue une fonction primordiale de par la conservation de la forêt (Razafimandranto 2014). La mesure du stock de carbone des forêts de la région de Korhogo s'avère donc indispensable. Actuellement, les connaissances sur la structure et le stock de carbone de cette forêt classée de la région de Korhogo sont peu connues sur le plan scientifique. Or dans le cadre de la lutte contre le changement climatique en lien avec les émissions de carbone, il s'avère important de prendre en compte les services écosystémiques qu'offrent cette forêt classée surtout leur contribution en séquestration de carbone. Avec la perte du couvert forestier ivoirien, nous nous interrogeons sur l'état de vulnérabilité de la forêt classée de Foubou.

La forêt classée de Foubou est confrontée à l'orpaillage clandestin couplé aux infiltrations paysannes. Ces exploitations demeurent une préoccupation écologique majeure car elles menacent les services écosystémiques et contribuent ainsi à l'émission des GES.

Dans l'optique de définir une politique climatique mondiale, des estimations fiables des stocks de carbone (C), les écosystèmes forestiers sont nécessaires (Torquebiau 2002). L'atténuation du changement climatique constitue un objectif de politique publique formulé aux échelles internationale (Laurence 2019) dans lequel s'inscrivent les différentes politiques nationales. Dans un contexte actuel de réchauffement climatique, la discussion s'exécute autour du compromis entre la préservation des écosystèmes et les politiques de développement économique afin d'éviter des dépérissements qui s'accompagneraient de fortes émissions. Le but est de gérer efficacement le changement climatique de manière à ce que ses effets néfastes qu'il a sur les différents secteurs et dans divers domaines soient réduits au maximum. La perspective de protection de la biodiversité et l'accroissement du potentiel de séquestration de carbone des ressources forestières sont au cœur des politiques de la SODEFOR (la Société de développement des forêts). C'est dans ce sens que cette étude a été entreprise dont l'objectif principale est de déterminer la structure de la végétation de la forêt classée de Foubou afin d'estimer son potentiel de séquestration du carbone. Il s'agira spécifiquement de déterminer la structure du peuplement des espèces ligneuses et d'estimer la biomasse et le potentiel de séquestration de carbone de cette forêt classée.

2. Matériel et Méthode

2.1 Description du milieu d'étude

La forêt classée de Foubou est située au Nord de la Côte d'Ivoire, précisément dans les Départements de Korhogo, de Dianra et de Dikodougou. La forêt est donc située dans les régions administratives du Poro et du Béré. Les coordonnées géographiques sont $08^{\circ}20'81''0$ longitude et $09^{\circ}86'98''5$ latitudes Ouest (figure 1). C'est un milieu où le relief est dominé par le plateau, avec un réseau hydrographique caractérisé par un affluent du Bandama (Badéno). Le réseau hydrographique comprend des cours d'eau permanents et des cours d'eau temporaires (Kassé 2009). La forêt classée de Foubou est située dans une zone dominée par le climat soudano-guinéen. Elle est caractérisée par deux saisons (sèche et pluvieuse). Le climat est caractérisé par l'influence alternée de deux courants atmosphériques. L'un de ces courants est l'harmattan qui souffle du Nord-Est pendant une partie importante du mois de Décembre à Mars. L'autre courant atmosphérique dénommé improprement "mousson" est originaire du Sud-Ouest et apporte des masses d'air océaniques humides. Il prédomine d'une façon presque exclusive de la fin du mois de Mars à la fin du mois de Novembre.

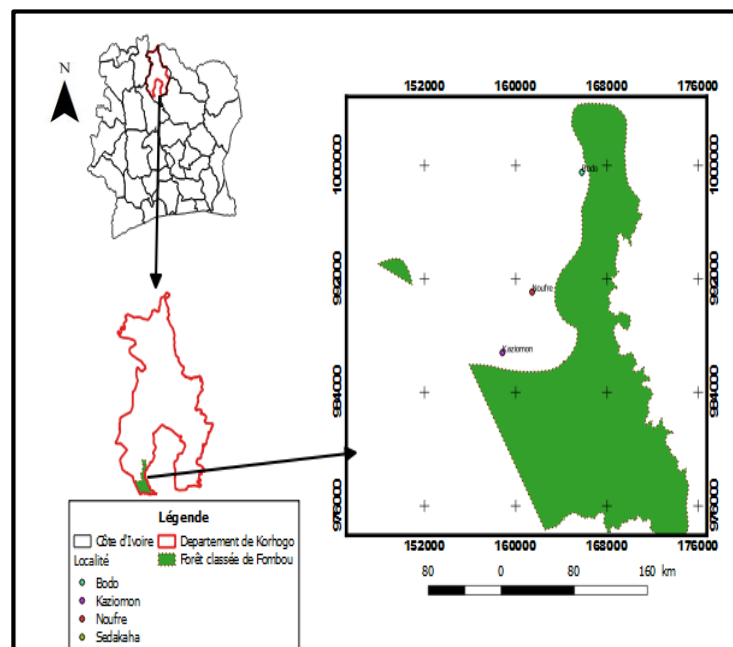


Figure 1. Localisation de la forêt classée dans le Département de Korhogo

Source: BNETD 2017. July 2020 Author: TAONDA Adama

2.2. Collecte des données

Les données ont été collectées d'Octobre à décembre 2020. Le plan d'échantillonnage a été conçu de manière à placer des parcelles dans les différents types de végétations rencontrées sur le site à savoir : les forêts anciennes et les jachères post-culturelles classées en quatre (4) groupements de végétaux en fonction de l'âge tout en tenant compte du type de sol (sol hydromorphe et ferrallitique). Ce sont : les jachères de 1-10 ans (catégorie 1), les jachères de 11-19 ans (catégorie 2), les jachères de 20-29 ans (catégorie 3) et les jachères de 30 ans et plus (catégorie 4). Au total, 20 placettes ont été installées. La taille des placettes est de 100 m x 20 m (2000 m²). Les relevés de végétation qui ont consisté à recenser toutes les espèces vasculaires présentes dans la surface-échantillon (2000 m²) dont leurs DBH \geq 2,5 cm. A partir d'un échantillon de 20 placettes, les espèces d'arbres de diamètre supérieur ou égal à 2,5 cm à 1,3 m du sol sont pris en compte et dénombrés et classés dans les régénérations potentielles. Les hauteurs des espèces ligneuses ont été mesurées avec le clinomètre et le diamètre à l'aide d'un mètre ruban. Les coordonnées géographiques des placettes ont été enregistrées au GPS (Global Positioning System). Des inventaires itinérants complémentaires ont été menés dans toutes les parties de la forêt y compris les cultures. Ces inventaires ont permis de compléter la liste floristique.

2.3. Analyse des données

L'analyse de la structure horizontale du peuplement est effectuée pour mettre en évidence la physionomie de la forêt. Elle est analysée à travers divers paramètres. La densité des arbres a été évaluée en nombre de pieds par hectare pour les arbres dont le dbh à 1,30 m \geq 2.5 cm. La surface terrière (en m²/ha) a été calculée suivant la formule $G = \sum \pi d^2 / 4$ (où d est le diamètre à 1,30 m). La distribution des ligneux par classes de hauteur et de diamètre sont ajustés suivant les trois (3) paramètres de distribution de Weibull (Husch et al., 2003) du logiciel Minitab, qui se fonde sur la fonction de densité de probabilité. Les courbes de distribution des ligneux en fonction des classes de diamètres et de hauteur ont été construites pour déterminer l'état de stabilité des différents biotopes dans le site. Au niveau de la structure verticale, 5 strates ont été établies pour la végétation du site en nous référant aux travaux de Kouamé (1998). Les histogrammes de distribution ont été établis par classe de diamètre de 5 cm et par classe de hauteur de 5 m pour rendre compte de la structure démographique des peuplements ligneux sur la base de la densité de probabilité.

Les quantités de biomasse aérienne des différents individus ont été déterminées à l'aide du modèle standard de régression de Chave et al. (2014) pour les forêts tropicales selon le modèle pantropical en se référant à la formule suivante : $AGB (Kg) = 0,0559 \times \rho D^2 H$. La biomasse totale (BT) des ligneux sur pied sera alors estimée en sommant les deux valeurs de biomasse aérienne et souterraine selon la formule suivante : $BT = ABG + BGB$ avec $BT =$ Biomasse totale, $ABG =$ Biomasse aérienne et $BGB =$ Biomasse souterraine. La biomasse totale estimée à partir des différentes équations est convertie en stock de carbone en la multipliant par une fraction de carbone. De nombreuses études ont montré que la teneur en carbone bois varie entre 0,47 et 0,51 ; par convention on utilise 0,47 (GIEC 2006). Le stock de carbone total (tonne/ha) de la forêt a été obtenu en additionnant le stock de carbone des différents biotopes identifiés et évalué. L'estimation de l'équivalent carbone, le CO₂ atmosphérique de la forêt s'est effectué en multipliant le volume de carbone par 3,67.

3. Résultats

Structure du peuplement des biotopes

La comparaison des structures forestière entre les différents biotopes a permis de mieux comprendre l'évolution de ces paramètres.

3.1. La surface terrière (aire basale)

Les individus recensés sur l'ensemble des différents types de végétations ont une surface terrière de 57,87 m² pour les 4 hectares (ha) inventoriés avec une moyenne de 18.50 m²/ha. La surface terrière de la forêt ancienne est la plus importante des différents biotopes inventoriés avec 41.38 m²/ha. En effet, la surface terrière de la forêt augmente significativement ($P < 0.05$) des jeunes jachères (2,3m²/ha) aux anciennes jachères (41.38 m²/ha).

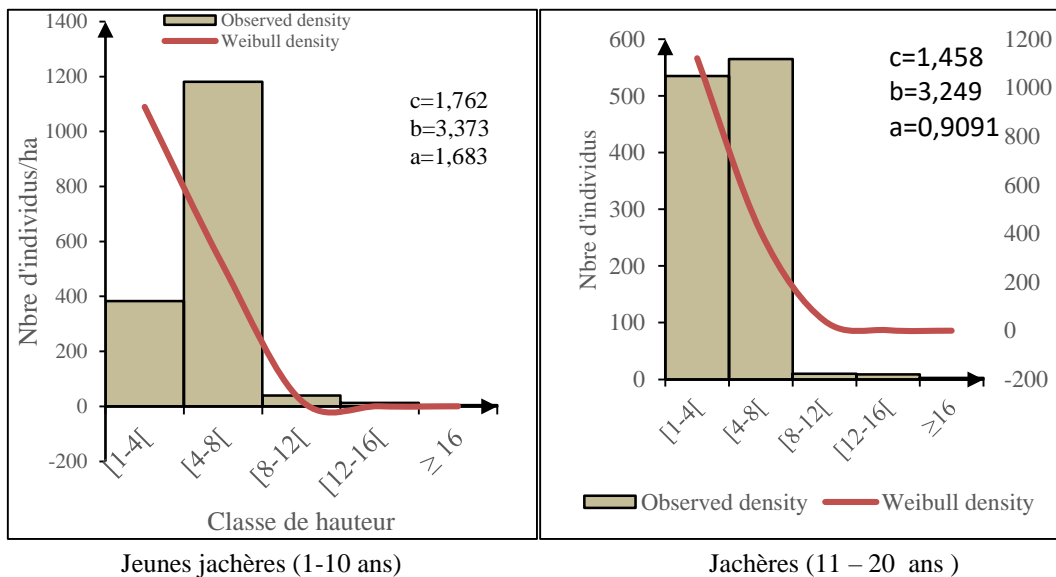
3.2. La densité et la distribution en hauteur

Cette analyse met en exergue la structure en hauteur des peuplements de la forêt. L'analyse des résultats du tableau 1 révèle une dynamique progressive des densités des arbres dans les différents types de jachères et en fonction des classes de jachères. Cette densité varie de 2013 arbres par hectares pour les jachères [20-30 ans] à 1121 arbres/ha pour les jeunes jachères. Les forêts anciennes et les vieilles jachères ([30-35ans]) quant à elles ont une densité respective de 1895 arbres/ha et 1678 arbres/hectares. Les jachères [11-20 ans] et les jeunes jachères [1-10 ans] ont une densité respectivement de 1622 arbres par hectare et de 1121

arbres par hectare. La valeur du coefficient de forme « c » de la distribution de Weibull de la structure en hauteur de l’ensemble des ligneux est comprise entre (1, 458 et 20,018) figure 2. Selon le paramètre de forme « C » de la distribution de Weibull, cette forêt montre des structures démographiques relativement stables. Cette valeur ($1,458 < c < 2,018$) indique une distribution asymétrique positive (droite) avec une prédominance des individus de faibles hauteurs (Figure 2). La classe de hauteur la plus représentée dans les différents biotopes est celle de [4-8[. Mais nous assistons également à une forte proportion des individus des classes de hauteur inférieur à 4cm dans les jeunes jachères. Dans les cinq biotopes, les arbres faisant partie de la classe de taille de [4-8 [sont les plus nombreux et représentent en densité moyenne 1011 arbres/ha. La densité des individus dont la taille est comprise entre [8-16 [et ceux ≤ 4 est de 321 et 297 arbres/ha respectivement en moyenne par hectares de la densité totale. Les arbres dont leurs tailles sont supérieures à 16m sont moins nombreux et représentent en moyenne 39,75 arbres de la densité totale. La distribution des différentes tiges par classes de hauteurs laisse clairement voir une augmentation des effectifs des ligneux, depuis les jachères récentes aux vieilles jachères. Elle est caractérisée par une diminution du nombre des individus des jeunes arbres au profit des individus de grandes tailles.

Tableau 1. Structure des paramètres dendrométriques

Paramètre	1-10 ans	11-20 ans	21-30 ans	31-35 ans	F. Anciennes
Densité	1132,5	1621	1678	2026	1895
Surface terrière (m ² /ha)	22934,471	66231,86	102145,34	135664,14	251795,66



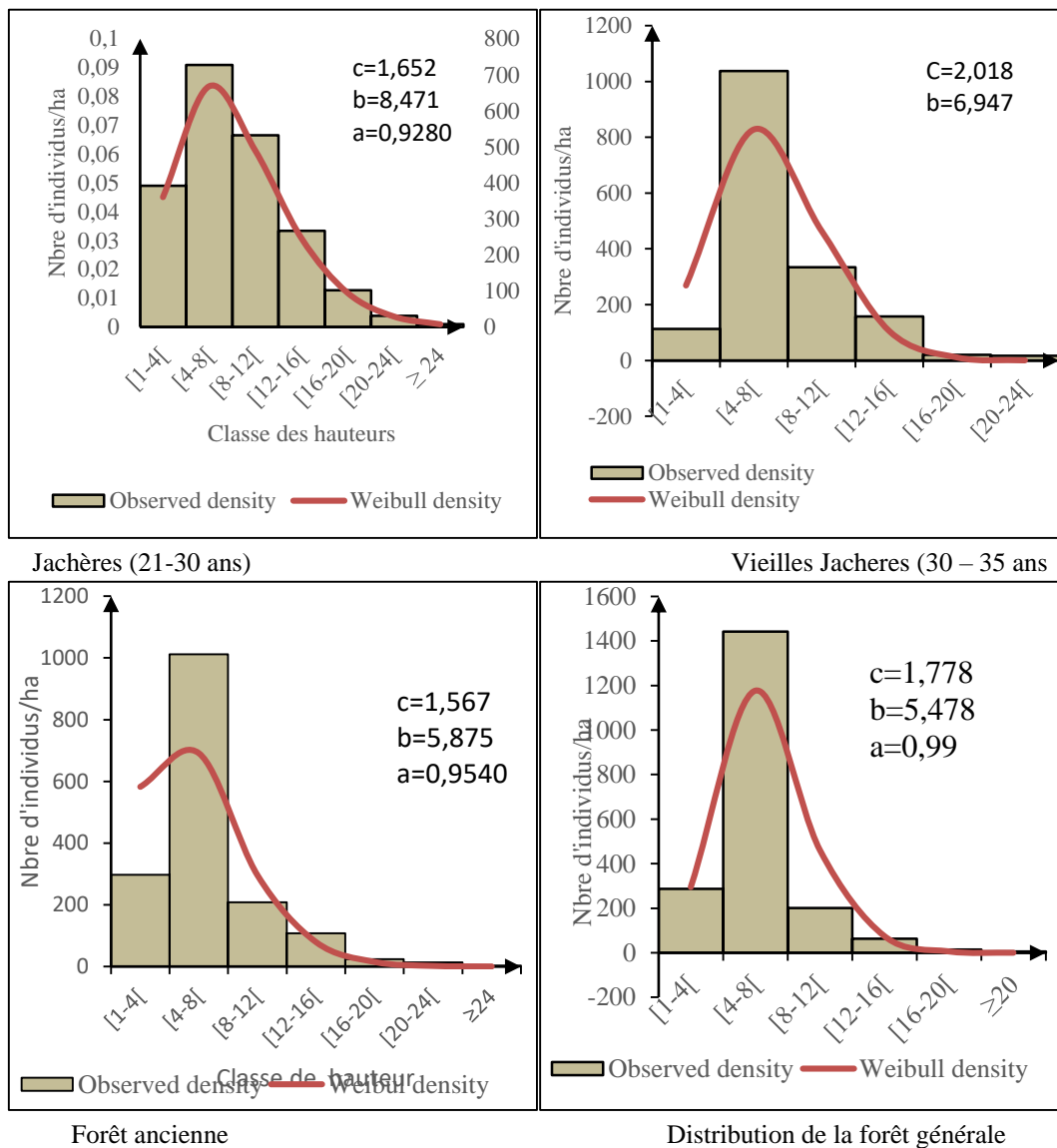


Figure 2. Distribution de Weibull de la hauteur de chaque Biotope

3.3. La distribution diamétrique

Au cours de cette étude 6654 individus à dbh ≥ 2,5 cm ont été inventoriés sur l'ensemble des biotopes. Ces individus ont été inventoriés sur 4 ha soit en moyenne 1663,5 pieds/ha. Les paramètres structuraux des espèces ligneuses varient fortement suivant le gradient de l'âge.

Le coefficient de forme de distribution des classes de diamètre sur l'ensemble des différents biotopes identifiés est inférieur à 1 (c<1). Ceci traduit une forte représentativité des jeunes individus de classe de diamètre inférieur à 10 cm (Figure 3) et un faible effectif d'individus de gros diamètre. La forte proportion des individus de petit diamètre signifie que ces biotopes présentent un fort taux de régénération qui constitue un indicateur d'une possible reconstitution de la végétation. La distribution suivant les classes de diamètre montre une courbe en forme de « J renversé » dans l'ensemble des biotopes, traduisant ainsi une bonne régénération naturelle (Figure 3). Cette courbe traduit une forte représentativité des jeunes individus de classe de diamètre inférieur à 20 cm et une faible représentativité de vieil individu de gros diamètre. La présence de quelques tiges d'arbres de gros diamètre indique que ces groupes sont perturbés par l'action anthropique telle que la coupe de bois. Ceci témoigne de la dynamique progressive de la succession post-culturale.

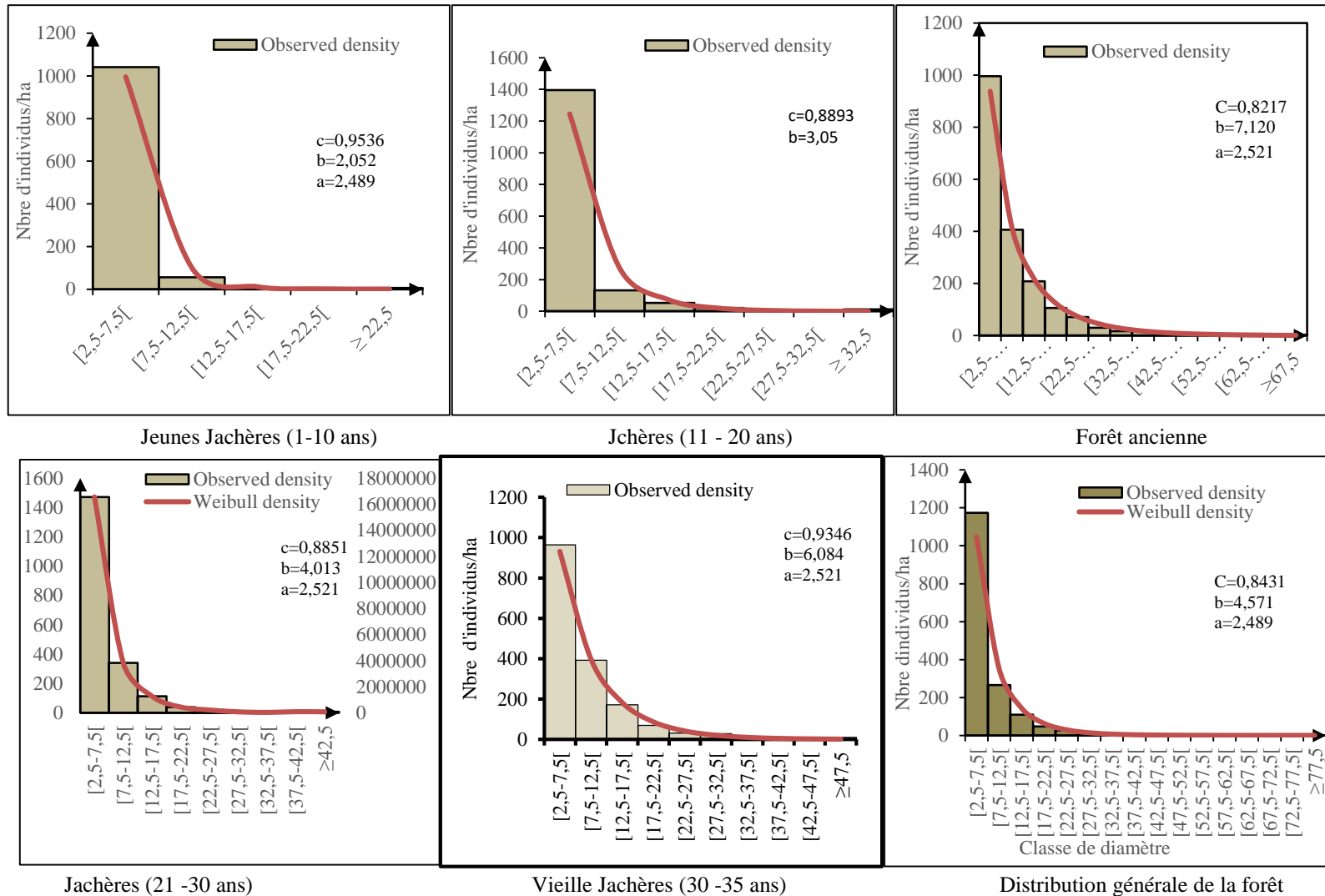


Figure 3. Structures Verticale de la forêt classée de Fombou

3.4. Estimation de la biomasse, du taux de carbone et de CO₂ dans les différents groupes de végétation

La biomasse totale est estimée à 387,95 tonnes sur l'ensemble des 4 ha inventoriés soit en moyenne 96,98 t/ha par biotope (Tableau 2). Les stocks de carbone et de CO₂ séquestrés sont respectivement 182,33t/ha et 666,35 t/ha. Sa distribution varie d'un biotope à un autre. Le stock équivalent en termes de CO₂ et de carbone est plus élevé dans les forêts anciennes qui sont de 339,17 t/ha et 92,67 t/ha. Les valeurs les plus élevées s'observent respectivement des vieilles jachères (31-35 ans) avec 136.02/ha et de 37.17 t/ha les jachères (21-30 ans) 107,84 t/ha de CO₂ et 29,46 t/ha de carbone, les jachères (11-20) avec 67.82 t/ha de CO₂ et de 18.53 t/ha de carbone et enfin les jeunes jachères qui ont un faible taux de 16,5 t/ha de CO₂ et de 4.51 t/ha de carbone (Tableau 2). Le test de normalité montre que l'un des biomasses totales des différents biotopes est significativement différent des autres biotopes. Le test de Kruskal-wallis qui est un test non paramétrique confirme que la biomasse totale a varié significativement en fonction des biotopes (P< 0,05).

Tableau 2. Tableau de la dynamique de la biomasse en fonction de la biomasse

Biotopes	Jachères (1-10 ans)	Jachères (11-20 ans)	Jachères (21-30ans)	Jachères (31-35 ans)	Formation ancienne
Biomasse aérienne (kg/ha)	7003,50	28779,85	45757,69	57718,99	143916,11
Biomasse souterraine (kg/ha)	2591,29	10648,55	16930,35	21356,03	53248,96
Biomasse totale(t/ha)	9,59479	39,42840	62,68804	79,07502	197,16507
Carbone séquestré(t/ha)	4,51	18,53	29,46	37,17	92 ,67
CO ₂ équivalent (t/ha)	16,5	67,82	107,84	136.02	339,16335

3.5. Estimation de la biomasse, du taux de carbone et de CO₂ en fonction des différentes classes de hauteurs

Les espèces de hauteurs comprises entre 10.1 - 20 m sont les plus importantes en stock de carbone et de CO₂ séquestrés avec une quantité de biomasse totale de l'ordre de 195,49 t/ha soit une moyenne de 48,87 t/ha. Le stock de carbone séquestré en moyenne par hectare est estimé à 22,96 ha équivalent à un stock de CO₂ qui est de 84,06 t/ha. La classe des arbres de 6,1 – 10 m de hauteur suit avec une quantité de biomasse totale de 160,22 t/ha soit en moyenne 40,22 t/ha (un stock de carbone de 14,82 t/ha et un CO₂ équivalent de 54,24 t/ha). Les arbres dont la hauteur est ≥ 20 m ont une biomasse totale estimée est de 49,72t/ha avec un stock de carbone séquestré qui est de 4,6 t/ha et le stock de CO₂ équivalent est de 16,83 t/ha en moyenne par hectare. Les arbres de hauteur ≤ m sont les moins importants avec seulement 2,46 t/ha de quantité de biomasse totale séquestrant 0,23 t/ha de carbone et 0,83 t/ha de CO₂ (figure 4).

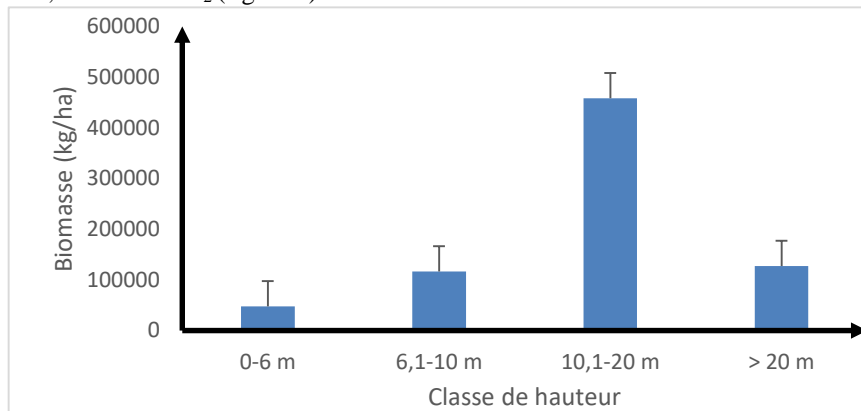


Figure 4. Evolution des Biomasses en fonction des classes de Hauteurs

3.6. Estimation de la biomasse, du taux de carbone et de CO₂ en fonction des différentes classes de diamètre.

La figure 5 montre que la biomasse évolue en fonction les classes de diamètres. Les arbres dont le diamètre se situe dans l'intervalle [10-20 cm] sont les plus importants avec une quantité de biomasse totale de 71,52 t/ha de la surface totale inventoriée soit en moyenne de 17,88 t/ha. Le stock de carbone séquestré en moyenne est de 8,4 t/ha et le CO₂ équivalent est de 30,48 t/ha. La classe de diamètre de [20-30cm] suit avec une quantité de biomasse moyenne de 17,72 t/ha. Le taux de carbone séquestré est de 8.33 t/ha et le CO₂ équivalent est de 30.48 t/ha, suivie par la classe [30-40 cm] [avec une quantité moyenne de biomasse de 13,25 t/ha soit 6,24 t/ha de carbone et 22,83 t/ha de CO₂. Les arbres de diamètre [40-50cm] ont une quantité de biomasse moyenne de 12,55 t/ha avec un taux de séquestration de carbone de 5,9 t/ha et le CO₂ équivalent est 21,58t/ha. La classe [50-60cm] suit avec

une quantité de biomasse moyenne de 11,68 t/ha avec 5,48 t/ha de carbone et 20,09t/ha de CO₂. Les espèces de diamètre inférieur à 10 cm ont une capacité en moyenne 10,3 t/ha avec un taux de carbone de 4,8 t/ha et une masse de CO₂ de 17,72 t/ha.

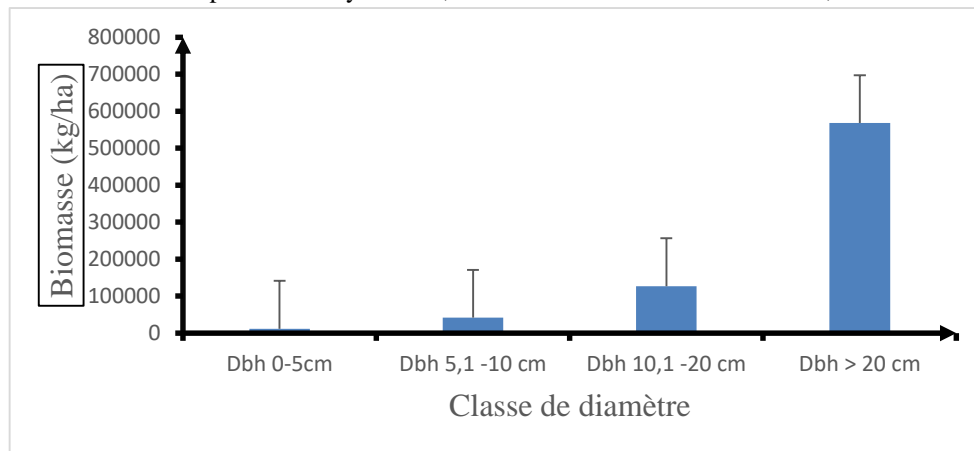


Figure 5. Evolution de la biomasse en fonction des classes de Diamètre

4. Discussion

Les caractéristiques structurales de la forêt classée de Foubou varient d'un biotope à un autre avec une croissance des jeunes jachères aux vieilles jachères. Nos résultats sont aussi dans le même ordre de grandeur que ceux trouvés par Issifou (2016) dans la forêt classée de Wari-Marou au Bénin. La forte proportion des individus de petit diamètre signifie que ces groupes présentent un fort taux de régénération et constitue un indicateur d'une possible reconstitution de la végétation. La présence des gros individus serait due que ces individus sont conservés et épargnés soit pour pouvoir favoriser la culture et l'exploitation du bois d'œuvre. Ce qui témoigne la pratique de l'agroforesterie de manière empirique (N'Dja & Decocq 2007). Les pressions anthropiques influencent la structure démographique de cette formation forestière. C'est un constat qui est courant dans les jachères postes culturales. Plusieurs auteurs Adingra et Kassi (2016) ; Sanogo (2020) ont fait les mêmes constats en ayant étudié la reconstitution des jachères postes culturales. Tous ces auteurs sont unanimes que ces caractéristiques constituent des bons outils d'appréciation de la maturité des formations végétales.

La formation végétale présente une structure en « J » renversé avec décroissance des individus de petits diamètres. Ce type de structure montre que ces formations sont sujettes à de fortes pressions anthropiques et qu'elles disposent plusieurs tiges d'avenir pour assurer la reconstitution si elles sont gérées de façon efficace et durable (Adingra & Kassi 2017). En effet, les activités anthropiques modifient la composition la structure des groupements forestières (Fousséni et al. 2023). Les perturbations de ces forêts classées sont connues et découlent de la volonté d'augmenter la productivité agricole par les paysans. La structure de peuplement en "J" renversé informe une très bonne régénération de la forêt obtenue dans le cadre de cette étude et ses résultats corroborent à celle trouvés par Ganamé et al. (2020) sur les formations forestières observés à l'ouest du Burkina Faso. En effet, Park (2023) montre que l'abondance des individus de faible diamètre dans les formations végétale est une garantie pour l'avenir de ses formation naturelle.

Plusieurs études ont démontré que les jachères post-culturales séquestrent du carbone notamment celle de Gboze et al. (2020) et peuvent offrir des opportunités dans le cadre de développement des stratégies de lutte contre le changement climatique. En plus de son potentiel de séquestration de carbone, les jachères postes culturales offrent d'énormes services écosystémiques aux populations riveraines. La quantité de biomasse totale et de carbone sont respectivement évaluées à 387,95 t/ha et 182,33 t/ha. Mais, elles sont plus importantes dans les forêts anciennes, 197,16 t/ha de biomasse totale et 92,67t/ha de carbone et pour les jachères plus de 30 ans, 79,08 t/ha de biomasse totale et 37,16 t/ha de carbone. Cela pourrait s'expliquer par l'abondance des sujets de diamètre et de hauteur intermédiaire puisque les inventaires à grande échelle dans l'Amazonie centrale (Nogueira et al. 2008) indiquent que les arbres de dbh \geq 60 cm environ renferment moins de biomasse.

En effet la forte contribution de ces individus au stock de carbone est un fait établi par d'autres auteurs tel que Ouédraogo et al. (2016) sur les massifs forestiers de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts de Dindresso dans la province du Houet au Burkina Faso. La présence des individus de gros diamètre est un indicateur de la pratique de l'agroforesterie par les paysans d'antan. La différence des valeurs des biomasses dans les différents biotopes pourrait s'expliquer aussi par la densité des ligneux qui est plus importantes dans les forêts anciennes que les jeunes jachères. Goussanou et al. (2016) sont parvenus aux résultats similaires dans les forêts tropicale semi décidus. Ce qui est en conformité avec l'hypothèse d'Amougou et al. (2016) qui stipule que la quantité

de biomasse et de stock de carbone sont en fonction de la densité des ligneux. La prise en compte des individus de 2.5 cm de diamètre à hauteur de poitrine (dbh) est un élément important car elle permet d'élever la valeur de la biomasse évaluée. Les résultats de ces travaux montrent une évolution progressive de la biomasse des jeunes jachères aux vieilles jachères. Nos résultats sont largement supérieurs à ceux trouvés par Tsoumou et al. (2016) qui ont obtenu un stock de carbone estimé à 129 tc/ha avec 275,37 T/ha de biomasse totale dans la forêt de Dimonika en République du Congo. Par ailleurs, le stockage de carbone est proportionnel à la quantité de biomasse des ligneux, la variabilité des conditions pédoclimatiques, des modes de gestion, des types de végétations et des formes d'usages des écosystèmes et les facteurs qui sont propres aux essences présentes, l'âge, etc. En effet la capacité de séquestration de carbone par les arbres est sous l'influence de plusieurs facteurs. Pour Simza (2012), ces facteurs sont entre autres, l'effet de la topographie, la distribution des plantes, les sols, l'histoire des perturbations et de la gestion des forêts, la zone écologique, le climat, la tolérance aux insectes et aux maladies, l'âge, la structure et le type d'occupation du sol. Amougou et al. (2016) dans leurs travaux démontrent que certains facteurs sont spécifiques à certaines essences selon les conditions climatiques qui les sont propres. Ceci aussi pourrait s'expliquer aussi par le fait que les stocks de carbones dépendent de plusieurs paramètres tels que la quantité des arbres. Les ligneux, dans cet espace sont perturbés par le feu de brousse, les pâturages, les infusions paysannes. Mais des études ultérieures seront nécessaires pour donner une explication beaucoup plus poussée pour expliquer l'influence de ses paramètres. En effet, la croissance des arbres influence la variation de la biomasse et que le diamètre est un facteur déterminant de la maturité des arbres. Ces résultats témoignent une régénération progressive des différents biotopes étudiés. Ces résultats témoignent une régénération progressive des différents biotopes étudiés. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Taonda et al. (2021) dans la même forêt dont les résultats ont démontré une bonne dynamique de reconstitutions de la forêt. Dans ces travaux dans l'Amazonie centrale, Chave et al. (2005) démontre que la biomasse des arbres se trouve dans les arbres à diamètres intermédiaires. Ce qui corrobore avec nos travaux qui montrent que les individus de 8m-16m ont une quantité élevée de biomasse donc les arbres de hauteurs moyennes améliorent la prévision de la biomasse du bois et de la biomasse totale de cette forêt.

Cette première campagne nous a permis d'obtenir un résultat qui ne s'éloigne pas des normes figurants dans la littérature. La quantité de biomasse obtenue permet de dire que la forêt classée de Foubou à l'instar des autres forêts classées de la région participe de façon significative à l'atténuation des effets du changement climatique. De ce fait, il serait nécessaire d'améliorer les stratégies de gestion de cette forêt afin de mieux conserver cette biodiversité qui est menacée. Compte tenu de l'importance, il apparaît indispensable de repenser les approches de gestion de l'ensemble de ses forêts classées de la Côte d'Ivoire qui doivent concilier conservation et satisfaction des populations locales dans l'atteinte des objectifs du développement durable. En effet, plusieurs auteurs tel que Adjonou et al. (2010) ; Estelle & N'Dja (2018) ont montré que le succès de la gestion communautaire des forêts implique une effective prise de décision concertée.

5. Conclusion

Le phénomène de dérèglement climatique qui pèse sur la planète terre préoccupe la majorité de la population mondiale. Dirigeants, scientifiques et citoyens sont tous inclus dans ce contexte de dégradation globale de l'environnement. C'est dans ce sens que cette étude est entreprise afin d'évaluer les caractéristiques des formations végétales de la forêt classée de Foubou. Les caractéristiques étudiées montrent que la structure en classes de diamètre des groupes de végétaux identifiés reste dominée par les tiges de petites classes de diamètre, capable d'assurer sa reconstitution. Les résultats de cette étude révèlent que l'évolution de la biomasse est fonction de la dynamique de la végétation. L'estimation de la biomasse a permis de mettre en évidence la variabilité de la biomasse à travers les formations végétales et son rapport avec le diamètre, la hauteur et le nombre d'arbres à l'échelle de la forêt. Dans les différents biotopes étudiés, les forêts anciennes stockent des quantités élevées de carbone. Ces résultats confirment l'énorme potentiel des jachères post-culturelles dans la séquestration du carbone. Néanmoins, les jeunes jachères jouent un rôle considérable dans le potentiel de séquestration de carbone et participe aussi à l'atténuation au changement climatique. Ceci confirme donc notre hypothèse. Les résultats de cette étude qui contribuent à la compréhension de l'apport de chaque strate à la séquestration du carbone, ont montré que les forêts anciennes ont un potentiel de séquestration plus important qu'aux jeunes jachères. L'utilisation des différents modèles d'évaluation de carbone afin de choisir le modèle le plus adapté à cet écosystème s'avère nécessaire. Dans une vision d'évaluation environnementale pour la gestion de cette forêt, ces résultats s'avèrent intéressantes pour orienter les prises de décisions.

Remerciement

Ces travaux ont été réalisés avec le soutien du MESRS de Côte d'Ivoire dans le cadre de la mise en œuvre du C2D par l'IRD et facilité par le projet DynRecSE, du programme PRSeD-CI 2. Nous remercions la population riveraine de la forêt classée de Foubou.

Contribution des auteurs

Rôle du contributeur	Noms des auteurs
Conceptualisation	TAONDA Adama
Gestion des données	TAONDA Adama
Analyse formelle	TAONDA Adama, et Amani Kouakou Bienvenue
Acquisition du financement	KASSI N'Dja Justin
Enquête et investigation	TAONDA Adama et Amani Kouakou Bienvenue
Méthodologie	TAONDA Adama et Anny Estelle N'GUESSAN
Gestion de projet	KASSI N'Dja Justin
Ressources	KASSI N'Dja Justin
Logiciels	Excel, Minitab
Supervision	KASSI N'Dja Justin
Validation	Anny Estelle N'GUESSAN, et KASSI N'Dja Justin
Visualisation	OUEDRAOGO Hassane, Anny Estelle N'GUESSAN et KASSI N'Dja Justin
Écriture – Préparation	TAONDA Adama et OUEDRAOGO Hassane
Écriture – Révision	Anny Estelle N'GUESSAN et KASSI N'Dja Justin

Références

- Adjonou K., Djiwa O., Kombaté Y., Kokutsé A. D. et Kokkou K., (2010) Etude de la dynamique spatiale et structure des forêts denses sèches reliques du Togo: implications pour une gestion durable des aires protégées. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 4(1): 168–183.
- Adingra OMMA. & Kassi N'. J., (2016) Diversité floristique, structure et dynamiques des jachères post-culturelles de la forêt classée de Bamo (Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine (AGRON. AFR.)* 28(1) : 24-32.
- Amougou JA, Bembong Ebokona LD, Batha RAS, Mala AW, Ngono H. (2016) Estimation du stock de carbone dans deux unités de terre en zone de savane du Cameroun. *Revue de Géographie, d'Aménagement Régional et du Développement des Suds, Regardsuds*, 2 : 28–45. <https://regardsuds.org/1827-2>
- Brou Y. T., Servat E. & Paturel J.E., (1998) Activités humaines et variabilité climatique : cas du sud forestier ivoirien. *Water resources variability in Africa during the 20th century, Publications de l'IAHS* 252: 365-372.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D., Fölster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J. P., Nelson, B. W., Ogawa, H., Puig, H., Riéra, B., & Yamakura, T. (2005) Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145(1), 87–99. <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0100-x>
- Chave J., Rejou- Mèchain M., Burquez A., Chidumayo E., Colgan M., Delitti BC.W., Duque A, EiD T., Fearnside P., Fears L, M., Goodman C, R., Henry M., Inez-Yrizar A., Mugasha W., Mullerlandau CH., Mencuccini M., Nelson WB., Ngomanda A., Nogueira E., Malvavaissi OE., Péliissier R., Ploton P., Ryan C., Saldarriga J. & Vieilledenti G., (2014) Improved allometric models to estimate the above ground biomass of tropical trees. *Global Change Biology* (2014) 20, 3177–3190, doi: 10.1111/gcb.12629. 14 p.
- Cisse, A., Ouattara, M., N'guessan, E. A., & Abrou, J. E. N. (2020) Diversité végétale et usages des plantes dans une zone de savane soudanienne : Cas de la localité de Ferkessédougou (Nord, Côte d'Ivoire). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(8), 2807–2825. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i8.13>
- Estelle, N. A., & N'Dja, J. K. (2018) Analyse De La Diversité Floristique De La Forêt Classée D'agbo I (Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal, ESJ*, 14(9), 346. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n9p346>
- Fousséni, F., Pascal, D. D., Bilouktime, B., & Wouyo, A. (2023) *Biodiversité et structure des peuplements du complexe d'aires protégées de Togodo au Togo Biodiversity and stand structure of the Togodo protected areas complex in Togo*. 03(1), 78–93. <https://doi.org/10.59384/recopays2023-3-1>
- Ganamé, M., Bayen, P., Dimobe, K., Ouédraogo, I., & Thiombiano, A. (2020) Aboveground biomass allocation, additive biomass and carbon sequestration models for *Pterocarpus erinaceus* Poir. in Burkina Faso. *Heliyon*, 6(4). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03805>
- Gbozé A.E., Sanogo A., Amani B.H.K. & Kassi N'J., (2020) Diversité floristique et valeur de conservation de la forêt classée de Badéno (Korhogo, Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine*, 32 (1) : 51 – 73.

- GIEC, (2006) Guide pour l'inventaire national des gaz à effet de serre ; agriculture, foresterie et autre usage des terres. Institute for Global Environmental Strategies, Japon 4 : 46-52.
- GIEC. (2013) Résumé à l'intention des décideurs, changements climatiques 2013: *Les Eléments Scientifiques*. Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'Evaluation du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat. Cambridge University Press: Cambridge, Royaume-Uni et New York, États-Unis d'Amérique; 204 p.
- GOUSSANOU C., Guendehou S., Assogbadjo A., Kaire M., Sinsin B. and Cuni-Sanchez A., (2016) « Specific and generic stem biomass and volume models of tree species in a West African tropical semi-deciduous forest ». *Silva Fennica*, 50, n°. 2, <http://dx.doi.org/10.14214/sf.1474>.
- HUSCH B., Beers T., Kershaw J., (2003) *Forest Mensuration*. London: 4th ed, Ronald Press Company, John Wiley & Sons, Inc.
- Kassé B., (2009). Statut des grands mammifères et éthnoécologie du singe rouge *Erythrocebus patas patas* (Schreber, 1775) dans la forêt classée de Badéno (Korhogo, nord de la Côte d'Ivoire). Thèse Doctorat, UFR Biosciences, Université Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire), 167 p.
- Kassoum, T. (2018) Le couvert forestier en Côte d'Ivoire : une analyse critique de la situation de gestion des forêts (classées, parcs et réserves). *The International Journal of Social Sciences and Humanities Invention*, 5(2), 4387–4397. <https://doi.org/10.18535/ijsshi/v5i2.02>
- Kombate B., Dourma M, Folega F., Woegan Y., Agbéléssisi, W. K. & Akpagana K., (2019) Structure et potentiel de séquestration de carbone des formations boisées du plateau Akposso en zone sub-humide au Togo. *Afrique SCIENCE*, 15(2) : 70-79.
- Kooke G.X., Ali R.K.F.M., Djossou J.M., Imorou T.I., (2019) Estimation du stock de carbone organique dans les plantations de *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. des forêts classées de Pahou et de Ouèdo au Sud du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13(1): 277-293.
- Laurence M.S., (2020) Séquestration de carbone par les écosystèmes Français. Rapport 2020.p.102
- Issifou M. Y. (2016) Dynamique du couvert forestier et évaluation des stocks de carbone dans la Forêt Classée de Wari-Marou au Bénin. Mémoire de DEA en Géosciences de l'Environnement et Gestion de l'Espace, EDP/FLASH/UAC Bénin.
- Locatelli B. & Loisel C. (2002) Changement climatique : la vérité est-elle au fond du puits ? une analyse des controverses sur les puits de carbone. *Natures Sciences Sociétés*, 10 (4) : 7–19.
- MFFP QUEBEC. (2016) *Norme d'inventaire écoforestier*, Normes techniques Placettes- échantillons permanentes, 1.
- N'Dja, J. K., & Decocq, G. (2007) Régénération de la forêt dense semi-décidue dans les stades post—culturels en forêt classée de Sanaimbo (Côte- d'Ivoire). *Acta Botanica Gallica*, 154(3), 395–405. <https://doi.org/10.1080/12538078.2007.10516072>
- Nogueira E. M., Nelson B. W., Fearnside P., Franca M. B. and Alves de OLIVEIRA A. C., (2008) « Tree height in Brazil's "arc of deforestation". Shorter trees in south and southwest Amazonia imply lower biomass ». *Forest Ecology and Management*, 255, p. 2963-2972.
- Ouédraogo W.O., Gongnimbou K.P.A., Santi S., Ilboudo D. et Toguyeni A. (2019) Quantification de la Biomasse et stockage du carbone du massif forestier de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts de Dindéresso province du Houet au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13(7): 3276-3288.
- Park, F. N. (2023) *Feu de végétation et diversité des formations végétales du Parc national Fazao-Malfakassa au Togo Wildfire and of plants community diversity in the.* 03(1), 48–65. <https://doi.org/10.59384/recopays2023-3-1>
- Rarivoson N. T. J., (2019) Quantification de la biomasse aérienne et évaluation du stock de carbone par la méthode de regression allométrique : cas de la forêt haute littorale de Tampalo (Madagascar). Mémoire de Licence, Université d'Antananarivo.
- Razafimandranto M. (2014) Etude du stock de carbone sur base de paramètre dendrométriques simples : cas de la resrve spéciale d'alamazaotra Madagascar. Mémoire de diplôme d'étude Approfondie. Université d'Antananarivo.
- Sanogo A. (2020) Diversité floristique et valeur de conservation de la forêt classée de Badéno (Korhogo, Côte d'Ivoire) Mémoire de Master, Université Félix Houphouët-Boigny, 53 p.
- Simza D. (2012). Foresterie urbaine et sa contribution dans la séquestration du carbone : cas de la ville de Lomé (Togo) DEA Mémoire de DEA, Université de Lomé, Togo.
- Taonda, A., Estelle N'guessan, A., N', J., & Kassi, D. (2021) Dynamique de reconstitution de la biodiversité végétale de la forêt classée de Foubou (Nord de la Côte d'Ivoire) Dynamics of reconstitution of the vegetal biodiversity of the Foubou class forest (north of the Ivory Coast). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 15(6), 2607–2624. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v15i6.28>
- Torquebiau E.F. (2002) Les associations agroforestières et leurs multiples enjeux. *Bois et Forêts des Tropiques* 271 : 23-34.
- Tsoumou B., Lumani K., Kampé J., Njila J. (2016) Estimation de la quantité de carbone séquestré par la forêt modèle de Dimoika. (Sud-ouest de la republique du congo). *Revue scientifique et technique forêt et environnement du Bassin du congo* 6 (2016) 39-45.