

Biomasse aérienne et capacité de séquestration de carbone dans un système agroforestier de la Réserve de Biosphère de Luki, RD Congo - Kongo central

[Aboveground biomass and carbon sequestration capacity in an agroforestry system of the Luki Biosphere Reserve, DR Congo - Kongo Central]

Diansambu Makanua Isaac^{1,3}, Vangu Dimbi Daniel¹, Phanzu Mbundu Maurice¹, Mbungu Phaka Christophe², Ngoma Mvuezolo Antoine¹, Nimi Nimi Goerge¹, Tisu Phaku Jospin¹, Mabanga Mabanga Alphonse¹, and Mavinga Mvumbi Sylvain¹

¹Université Président KASA-VUBU. Faculté des sciences Agronomiques et Environnement. BP 314 Boma, RD Congo

²Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA), Antenne de Gestion et conservation des ressources naturelles (GCRN, LUKI). BP 2037 Kinshasa, RD Congo

³École régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrée des Forêts et territoires Tropicaux (ERAIFT), Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2026 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The Luki Biosphere Reserve is under significant anthropogenic pressures that compromise its tree diversity and carbon sequestration capacity. In response to these challenges, agroforestry appears as a sustainable alternative, offering socioeconomic and environmental benefits while contributing to the fight against climate change. This study aims to quantify above-ground biomass and carbon sequestration capacity in an agroforestry system within this reserve.

The study involved determining the floristic composition of the agro-forests and estimating the biomass of woody plants. Data were collected through floristic and dendrometric inventories conducted based on a hierarchical sampling method that included 8 plots of 0.25 ha each. Floristic and structural parameters were measured on trees with a diameter equal to or greater than 10 cm. Diversity was assessed using species richness and diversity indices.

Floristic and structural parameters were measured on trees with a diameter greater than or equal to 10 cm. Diversity was assessed using species richness and diversity indices, while biomass was estimated using the allometric equation of Chave et al. (2005), adapted for humid tropical forests. The results reveal a woody flora composed of 42 species belonging to 24 botanical families. An average density of 76 stems/ha and an average basal area of 0.48 m²/ha were recorded. Estimated biomass ranges from 20.875 t for the conventional field to 50.404 t for the agro-forest. Carbon sequestration capacity is estimated at 10.421 t/ha in the conventional field and 25.193 t/ha in the agro-forest, thus confirming the study hypothesis.

KEYWORDS: Agroforestry, Carbon sequestration, Aboveground biomass, Tree diversity, Luki Biosphere Reserve.

RESUME: La Réserve de Biosphère de Luki subit de fortes pressions anthropiques qui compromettent sa diversité arborée et sa capacité de séquestration du carbone. Face à ces contraintes, l'agroforesterie apparaît comme une alternative durable, offrant des avantages socioéconomiques et environnementaux tout en contribuant à la lutte contre le changement climatique. Cette étude vise à quantifier la biomasse aérienne et la capacité de séquestration du carbone dans un système agroforestier au sein de cette réserve.

L'étude a consisté à déterminer la composition floristique des agroforêts et à estimer la biomasse des ligneux. Les données ont été collectées à travers des inventaires floristiques et dendrométriques réalisés sur la base d'un échantillonnage hiérarchisé comprenant 8 relevés de 0,25 ha. Les paramètres floristiques et structuraux ont été mesurés sur les arbres de diamètre supérieur ou égal à 10 cm. La diversité a été évaluée à l'aide de la richesse spécifique et des indices de diversité, tandis que la biomasse a été estimée à partir de l'équation allométrique de Chave et al. (2005), adaptée aux forêts tropicales humides.

Les résultats révèlent une flore ligneuse composée de 42 espèces appartenant à 24 familles botaniques. Une densité moyenne de 76 tiges/ha et une surface terrière moyenne de 0,48 m²/ha ont été enregistrées. La biomasse estimée varie de 20,875 t pour le champ classique à 50,404 t pour l'agroforêt. La capacité de séquestration du carbone est estimée à 10,421 t/ha dans le champ classique et à 25,193 t/ha dans l'agroforêt, confirmant ainsi l'hypothèse de l'étude.

MOTS-CLEFS: Agroforesterie, Séquestration du carbone, Biomasse aérienne, Diversité arborée, Réserve de biosphère de Luki.

1 INTRODUCTION

Les forêts tropicales sont les écosystèmes terrestres les plus diversifiés (Poorter et al., 2004; Sheil et al., 2004; Schroeder et al., 2010; Stahl et Christoperson, 2010). Ces forêts renferment plus de la moitié des espèces qui peuplent la terre, avec un fort taux d'endémisme (Parmentier et al., 2007). Elles produisent aussi une grande quantité de biomasse végétale aérienne. Elles ont, par conséquent, une forte capacité à séquestrer le carbone (Chave et al., 2001; Chave et al., 2005). De plus, elles sont, après l'océan, les principaux puits de dioxyde de carbone, gaz qui est l'une des causes du réchauffement de notre planète (Pan et al., 2011).

Malgré leur diversité spécifique importantes et leur rôle dans la réduction des gaz à effet de serre, les forêts tropicales terrestres ont connu ces dernières décennies, une dégradation allant jusqu'à la perte de superficies de plus en grandes au profit des espèces cultivées (Altieri et Pengue, 2006; FAO, 2006). Les différents impacts néfastes de l'intensification agricole ont amplifié divers problèmes environnementaux, tels que précisés par Ash et al. (2011), la déforestation, l'érosion, la désertification, la perte de biodiversité et la contamination de l'eau potable. De façon particulière, Montagnini et Nair (2004); Ghazoul et Sheil (2010) affirment que les conséquences liées à la déforestation sont diverses, parmi lesquelles, ils citent en premier lieu, la perte de la biodiversité forestière exacerbée par des activités humaines.

En République Démocratique du Congo, ce sont plutôt les petits agriculteurs qui sont pointés du doigt (Tchatchouet et al., 2015). Leur présence la plus remarquable est liée aux facteurs de causalité, notamment, la précarité rurale, l'insécurité foncière et l'urbanisation due à l'explosion démographique. En outre, dans l'Hinterland de Kinshasa, Mavinga (2019) révèle que du point de vue environnemental, la culture itinérante a provoqué plusieurs conséquences tels que: la destruction des habitats des espèces végétales et animales, la perte des éléments de la biodiversité, la pollution atmosphérique surtout dans le cas de l'agriculture sur brûlis sous l'influence des émissions gazeuses, l'érosion du sol causée par l'absence de couvert végétal ainsi que la pollution des eaux par les intrants agricoles, la perturbation non conditionnée des écosystèmes forestiers.

Pour Dounias (2000), l'expression agriculture itinérante sur brûlis désigne plusieurs variantes de pratiques agricoles traditionnelles dans les régions forestières tropicales. Ces dernières sont caractérisées par le défrichement de petites surfaces de forêt, la mise en culture puis la jachère et l'itinérance des parcelles cultivées. Il s'agit d'un système agricole commun à environ douze millions de personnes appartenant à près de 1500 ethnies vivant dans la zone intertropicale.

En quête d'une alternative écologiquement soutenable, socialement acceptable et économiquement profitable à l'agriculture conventionnelle, plusieurs chercheurs ont proposé des systèmes agroforestiers comme étant des activités agricoles complexes qui intègrent les arbres aux cultures et ou à l'élevage du bétail (Nair, 1993). Ce genre d'activités représente aux yeux des chercheurs, une des solutions pour concilier la production agricole et la protection de l'environnement (Parrish et al., 1998).

Parmi les systèmes agroforestiers tropicaux, ceux à base de cacaoyers, ont fait l'objet de nombreuses études qui ont permis de rendre compte de la diversité des espèces végétales et animales, qu'ils renferment (Duguma, 1998; Parrish et al., 1998; Power et Flecker, 1998; Leakey, 2001; Schroth et al., 2004). Ces études sont unanimes sur le fait que les systèmes agroforestiers à base de cacaoyers abritent de nombreuses espèces par rapport aux plantations monoculturales. D'autres études telles que menées par Stephan-Dewenter et al. (2007); Smiley et Kroschel (2008); Duguma et al. (2001); Kotto-Sameet et al. (1997); Gockowski et Sonwa (2011); Somarriba et al. (2013) ont aussi permis de démontrer leur importance dans la séquestration du carbone atmosphérique.

Cependant, plusieurs points sombres restent à éclaircir quant aux relations pouvant exister entre la forte diversité floristique et la biomasse végétale aérienne des espèces dans les systèmes agroforestiers à base de cacaoyers. La détection de cette relation permettrait d'avoir une idée du compromis entre la diversité biologique dans les agro-forêts et leur capacité à séquestrer du carbone. En forêt tropicale par exemple, il est admis que la diversité des espèces végétales, augmente la biomasse des arbres sur pied (Naeem et al., 1996; Chapin et al., 2000; Pacala et Kinzig, 2002; Diaz et al., 2009; Ruiz-Jean et Potvin, 2010; Chisholm et al., 2013).

Au regard de ce qui précède, la question principale de cette étude se formule comme suit: la biomasse aérienne qui existe dans la biosphère de Luki, peut-elle séquestrer le carbone dans un système agroforestier ? Quelle est la méthode à appliquer pour inventorier les arbres ? Quelle est la technique à utiliser pour caractériser les arbres et les peuplements ? Quels sont les indicateurs quantitatifs et qualitatifs des espèces végétales pour mieux quantifier la production ligneuse ? Ces préoccupations nous poussent à présupposer que la diversité floristique dont dispose la biosphère de Luki a une capacité naturelle qui peut fournir des services écologiques dans un système agroforestier, d'autant plus qu'elle assure une meilleure productivité forestière. L'inventaire dendrométrique est la méthode appropriée pour inventorier les arbres. L'analyse des paramètres dendrométriques s'avère la technique fiable pour caractériser physiquement les arbres et les peuplements.

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer à partir du système agroforestier de la Réserve de Biosphère de Luki, le rôle de la biomasse aérienne dans l'atténuation du changement climatique, d'une part et, d'autre part, quantifier sa contribution en tant que puits de carbone, pour ensuite comprendre l'impact environnemental sur la biodiversité et la santé des sols. Cette façon de procéder donne lieu aux aménagistes et autres décideurs dans le domaine forestier de choisir le type d'écosystème forestier qui stocke le mieux le carbone dont l'excès est nocif à l'environnement global.

De manière spécifique, l'étude vise à:

1. Déterminer la diversité floristique de la biosphère de Luki dans un système agroforestier.
2. Evaluer la diversité des espèces ligneuses dans les écosystèmes.
3. Inventorier la composition floristique des agroforêts.
4. Définir physiquement les arbres et les peuplements du système agroforestier de la Réserve de Luki.

2 MILIEU

La réserve de biosphère de Luki est située à l'Ouest de la République Démocratique du Congo, précisément au Sud-Est du Massif forestier du Mayombe Congolais (R D Congo.), dans la province du Bas-Congo, aux confins de trois territoires des districts du Bas Fleuve et de Boma, à savoir:

1. Le territoire de Lukula, dans le Secteur de Patu, où se trouve la grande partie de la réserve, notamment le Nord-Ouest, l'Ouest, le Sud-ouest et la zone centrale.
2. Le territoire de Seke-Banza, dans le Secteur de Bundi, où se localise la partie septentrionale et le Nord-est de la réserve.
3. Le territoire de Moanda, dans le Secteur de Boma-Bundi, où s'étendent l'Est et le Sud-Est de la réserve. Cette partie constitue la pointe méridionale extrême du massif forestier Guinéo - congolais où elle occupe une superficie de 32 714 ha (330 km²). Ceci représente près du quart de la superficie (1 389 km²) des sept groupements administratifs appartenant à la réserve. Ses limites extrêmes, Nord et Sud, passent par la latitude 05° 30' et 05° 43' Nord et celles de l'Ouest et de l'Est par les longitudes 13° 04' et 13° 17' Est.

La position à l'intersection de ces trois territoires fait la convoitise des populations des territoires précités et constitue un handicap sérieux à sa bonne gestion (Konzo, 2009).

2.1 APERÇU HISTORIQUE SUR LA RBL

La réserve forestière de Luki fut créée le 12 janvier 1937 par l'ordonnance coloniale n°5 Agri (carte 1), dans le but de poursuivre la recherche forestière orientée vers la sylviculture et l'exploitation du bois et ce, compte tenu de la proximité de l'océan. L'écosystème forestier du Mayombe, faisant partie de cette réserve, revêt une importance centrale sur le plan scientifique en tant que forêt semi caducifoliée jouissant d'une influence et abritant encore plusieurs espèces dont beaucoup sont exploitées à des fins commerciales. Cet écosystème forestier, unique en République Démocratique du Congo, est aussi très important pour l'équilibre climatique de la région et pour sa riche diversité biologique. Son adhésion au réseau mondial des réserves de biosphère visait non seulement la sauvegarde de l'écosystème unique mais aussi l'exploitation rationnelle des ressources naturelles en vue d'obtenir un rendement maximum et soutenu. L'activité humaine dans la réserve devrait par conséquent être limitée et orientée, selon dans le sens de corriger et de rétablir l'équilibre éco systémique (Lubini, 1984)

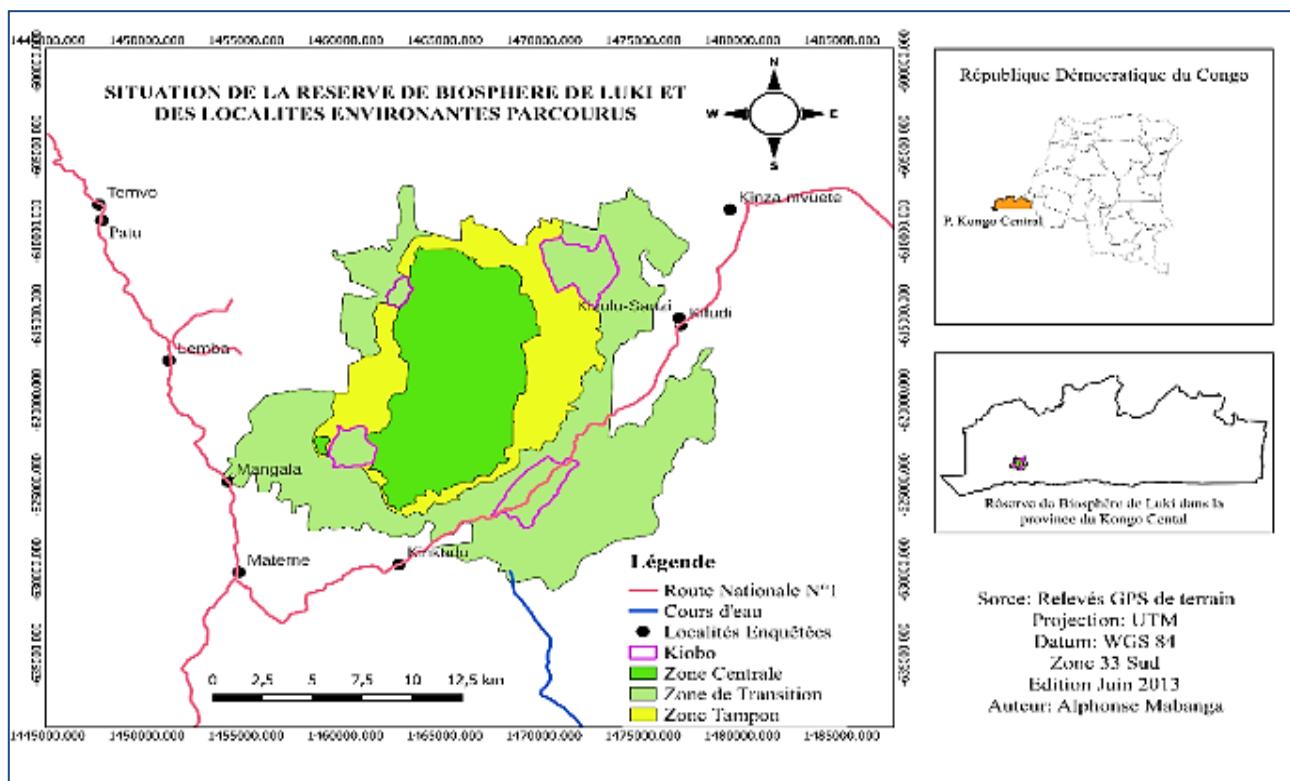


Fig. 1. Carte de Situation de la Réserve de Biosphère de Luki

Source: Alphonse MABANGA, 2013

La réserve de biosphère de Luki demeure aujourd'hui l'unique source de semences de la région. De plus, elle constitue un maillon d'une politique efficace de reboisement aménagement des terres forestières (Gâta, 1997).

2.2 CARACTÉRISTIQUES BIOPHYSIQUES

Le relief de la Réserve de Biosphère de Luki est semblable à celui du Mayombe, lequel se relève progressivement des plateaux côtiers jusqu'aux monts Bangu, situées à 150 km de l'océan Atlantique (Donis, 1948). Il est constitué d'une série de collines dont l'altitude varie entre 150 m (point ferroviaire de la rivière Luki) et 500 m (crête centrale de la réserve). L'amplitude moyenne de l'altitude entre le pont des vallées et les collines environnantes est de l'ordre de 40 à 70m (Donis, 1956) Ce domaine se présente sous la forme d'un vaste losange irrégulier dont le centre séparant les vallées de la Luki et de la Ntosi, est occupé par une crête particulièrement accessible.

La périphérie, surtout occupée par des forêts remaniées, est comparativement moins accidentée (Pendje et Baya, 1992). En général, le relief de la réserve formé de collines et de petites montagnes, de vallées hautes ou basses, de cours d'eau permanents ou temporaires favorise la diversité des biotopes et constitue aussi un obstacle à la pénétration humaine. Il présente donc un atout à la fois pour le développement de la biodiversité et la conservation de la réserve. (Héritier, 2006).

La réserve de biosphère de Luki connaît un climat tropical humide (Aw5, selon la Classification de Köppen), marqué par deux saisons: une saison des pluies de sept mois (mi-octobre à mi-mai) et une saison sèche de cinq mois (mi-mai à mi-octobre). La saison sèche est interrompue par de petites pluies et atténuee par de fréquents brouillards, en particulier dans les vallées.

3 MATÉRIELS ET MÉTHODES

Toute recherche scientifique doit comporter l'utilisation des procédures rigoureuses, définies, transmissibles, susceptibles d'être appliquées à nouveau dans les mêmes conditions, adaptées au genre de problème et phénomène en cause (Biloso, 2008). La collecte des données s'est basée sur deux volets dont la recherche documentaire et de l'inventaire dendrométrique sur terrain.

3.1 RECHERCHE DOCUMENTAIRE

La recherche documentaire a consisté à la consultation des ouvrages, mémoires et autres publications scientifiques ou rapports présentant un intérêt évident pour le sujet en étude, afin d'enrichir notre base de données.

3.2 INVENTAIRE DENDROMÉTRIQUE

L'inventaire dendrométrique a concerné deux formations végétales ont été inventoriées: un espace agroforestier et un espace d'agriculture classique. Une parcelle d'un hectare a été installée dans chaque type de formation végétale. Tous les arbres dont le diamètre à hauteur poitrine est supérieur ou égale à 10 centimètres ont été mesurés. Les paramètres relevés étaient l'espèce de l'arbre et son DHP.

3.3 ANALYSE DES PARAMÈTRES DENDROMÉTRIQUES

Cette section comporte trois sections: diamètre à haut poitrine, calcul de la densité et la surface terrière, structure diamétrique.

3.3.1 DIAMÈTRE À HAUTEUR POITRINE (DHP)

Pour mesurer le diamètre à hauteur de poitrine (Dhp), nous avons utilisé la formule exprimant la relation entre la circonférence et le diamètre; Comme c'est la longueur du tour du tronc (la circonférence) des arbres, et non la longueur du segment passant par le centre du tronc (le diamètre) qui a été mesurée sur le terrain. Cette circonférence a été convertie en diamètre selon la formule de (Avery, T.E. & Burkhart, H.E. 2002):

$$D_{hp} = \frac{\text{Circonférence}}{\pi}$$

Avec

C (cm): circonférence de l'arbre

Dhp (cm): diamètre à hauteur poitrine

$\pi = 3,14$

3.3.2 CALCUL DE LA DENSITÉ ET LA SURFACE TERRIÈRE

La densité exprime le nombre de ligneux, ayant leur Dhp ≥ 10 cm par unité de surface soit:

$$D = \frac{N}{S} \quad (\text{Cours de sylviculture UKV 2021})$$

La surface terrière en tant que somme des sections qu'occupent les individus ligneux au niveau de leur Dhp a été calculée selon la formule suivante:

$$ST = \frac{\pi * (D_{hp})^2}{40000} \quad \text{Prodan, M. (1968)}$$

3.3.3 STRUCTURE DIAMÉTRIQUE

Les diamètres des arbres qui ont été inventoriés, ont permis de décrire les courbes la distribution des tiges en classes de diamètre de 10 cm d'amplitude. La première classe étant de 10 cm (inclus) à 20 cm (exclus), la seconde classe de 20 cm (inclus) à 30 cm (exclus), etc. (Meyer, H.A. (1930).

3.4 ANALYSE DES PARAMÈTRES FLORISTIQUES

La richesse floristique est le premier paramètre d'analyse de la biodiversité. C'est le nombre d'espèces et familles qui sont rencontrées sur une surface déterminée lors de la descente sur terrain (Fisher et al., 1943).

Dans le contexte de cette étude, quatre points sont exploités: indices de diversité, indice de diversité de Shannon, indice d'équitabilité ou de Pielou, indice de Jaccard

3.4.1 INDICES DE DIVERSITÉ

Avec la densité et la richesse spécifique, deux peuplements peuvent présenter des structures très différentes, notamment les espèces ayant des abondances inégales.

Pour tenir compte de cet aspect, les recours à deux indices est envisageable: l'indice de Shannon (H') et l'indice de Simpson (D) (Doucet, 2003).

3.4.2 INDICE DE DIVERSITÉ DE SHANNON (H)

L'indice de diversité de Shannon ou Shannon-Weaver (H) mesure la diversité en tenant compte de la richesse spécifique, mais aussi de la proportion représentée par chaque espèce au sein de la communauté. Cet indice accorde une grande importance aux espèces rares.

L'indice de diversité de Shannon croît au fur et à mesure que la diversité augmente.

$$H = \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i \text{ (Dajos, 1996)}$$

3.4.3 INDICE D'ÉQUITABILITÉ OU DE PIELOU (J)

L'équitabilité de Pielou est le rapport de la diversité d'un peuplement ou d'un échantillon et le nombre N d'espèces présentes dans la parcelle. Il exprime la répartition équitable des individus au sein des espèces. Cet indice varie entre 0 et 1. Lorsqu'une espèce constitue la majorité de l'effectif, cet indice tend vers 0. Et il tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance.

$$J = \sum_{i=1}^s \frac{p_i}{\ln s} \text{ Pielou, E.C. (1966)}$$

3.4.4 INDICE DE JACCARD (P_j)

L'indice de Jaccard (P_j) teste de la similarité entre les habitats pris deux à deux. Il est calculé à travers la formule suivante:

$$P_j = \frac{c}{a+b-c} \times 100 \text{ Jaccard, P. (1901)}$$

3.5 CALCUL DE LA BIOMASSE ÉPIGÉE

L'estimation de la biomasse a été faite sur base d'un paramètre: le diamètre à hauteur de la poitrine (Dhp) qui a été introduit dans l'équation de Chave et al. (2005).

$$AGB = xp * \exp(-1,499 + 2,148 * \ln(dhp) + 0,207 * (\ln(dhp))^2 - 0,0281 * (\ln(dhp))^3)$$

3.5.1 CALCUL DE LA CONVERSION DE LA BIOMASSE EN CO₂

Pour obtenir le stock de carbone d'un peuplement, nous divisons la biomasse par 2. La valeur obtenue est à son tour multipliée par le ratio CF (carbone fraction) qui est de 0,50 d'après le (GIEC, 2006), soit :

$$C = AGB \times 0.5$$

3.5.2 CALCUL DE LA CONVERSION DU STOCK DE CARBONE EN CARBONE ÉQUIVALENT

Pour convertir le stock de carbone en carbone équivalent, nous nous sommes servis de l'étude de GIEC (2006) comme suit:

$$TCO_2(\text{Tonne}) = TC \times 3.66$$

Avec;

TCO₂: total carbone équivalent;

TC: total stock de carbone;

Facteur de conversion: 3,66;

4 RESULTATS ET DISCUSSION

4.1.1 DIVERSITÉ DES ESPÈCES LINÉEUSES DANS LES ÉCOSYSTÈMES ÉTUDEÉS

Un total de 152 individus, 42 espèces, reparties en 24 familles, ont été inventoriés dans les deux types de végétations, notamment dans le système agroforestier et dans le champ classique.

Dans le système agroforestier, nous avons un total de 31 espèces, reparties en 20 familles ont été inventoriées, dont les *fabaceae* représentent 6 espèces; les *sapindaceae* avec 3 espèces; les *annonaceae*, *meliaceae*, *myristicaceae*, et *sterculiaceae* avec 2 espèces chacune; suivi des *anacardiaceae*, *apocynaceae*, *bombacaceae*, *burseraceae*, *cannabaceae*, *clusiaceae*, *combreteaceae*, *euphorbiaceae*, *irvingiaceae*, *malvaceae*, *moraceae*, *olacaceae*, *rutaceae*, et *ulmaceae* seulement avec 1 espèce chacune.

Dans le champ classique, nous retrouvons 30 espèces, reparties en 19 familles ont été inventoriées, dont les *fabaceae* reviennent à la première position avec 7 espèces; les *sapindaceae* avec 3 espèces; les *annonaceae*, *meliaceae* et *sapotaceae* avec 2 espèces; les *bombacaceae*, *burseraceae*, *cannabaceae*, *clusiaceae*, *combreteaceae*, *euphorbiaceae*, *irvingiaceae*, *lauraceae*, *lecythidaceae*, *moraceae*, *rutaceae*, *simaroubaceae*, *sterculiaceae* et *ulmaceae* avec une espèce seulement chacune.

4.1.2 DIVERSITÉ RELATIVE

Les figures 2 & 3 ci-dessous illustrent la répartition des espèces au sein des familles pour les deux écosystèmes, notamment le champ classique et l'agroforesterie

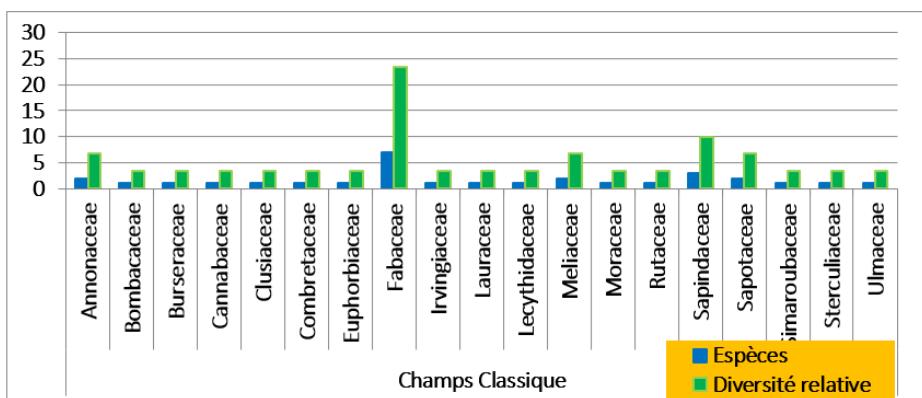


Fig. 2. Diversité relative dans le champ classique

Dans le champ classique ce sont les espèces de la famille des *Fabaceae* qui dominent avec une diversité relative de 23,33%; suivie la famille de *Sapindaceae* avec 10%; et vient les *Sapotaceae*, *Meliaceae* et *Annonaceae* avec 6,66%; à la fin nous avons le reste de familles avec notamment une abondance relative de 3,33% chacune.

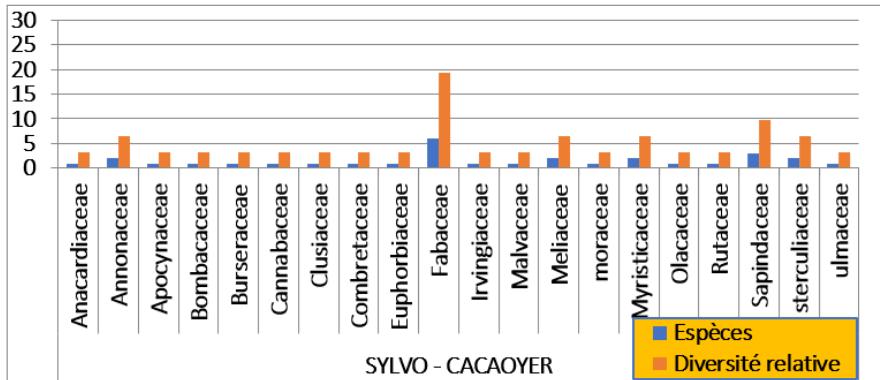


Fig. 3. Diversité relative dans l'agroforesterie

Dans le sylvo-cacaoyer, c'est toujours les *Fabaceae* qui dominent avec une diversité relative de 19,35%; suivie de *Sapindaceae* avec 9,67%; les *Annonaceae*, *Meliaceae*, *Myristicaceae*, et *Sterculiaceae* avec 6.

La figure 4 ci-dessous illustre la répartition des arbres au sein des classes de diamètres pour les deux types d'écosystèmes étudiés.

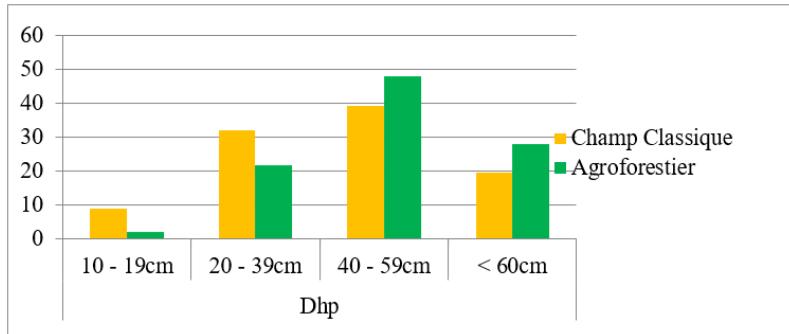


Fig. 4. Structure diamétrique des ligneux

Les individus identifiés n'ont pas la même structure diamétrique. Les valeurs obtenues mettent en évidence la dominance des tiges de la classe de 40-59cm avec 39,28% et 47,91% respectivement pour le champ classique et le système agroforestier classique; Il sied de signaler aussi la représentativité dans la classe de 20-39cm, soit 32,14% dans le champ et 21,87% dans l'agroforestier; suivi la classe d'exploitation avec 19,64% et 28,12% pour le champ classique et l'agroforestier; Et pour finir avec la classe de 10-19cm, soit 8,92% et 2,08% respectivement dans le champ classique et l'agroforestier.

4.1.3 INDICES DE DIVERSITÉ FLORISTIQUE

Les figures qui suivent nous renseignent sur les indices de diversité floristique dans le champ classique et dans l'agroforestier. La comparaison de l'indice de Shannon pour les deux écosystèmes montre que les moyennes dans l'agroforestier et le champ classique sont respectivement de l'ordre 2,06 et 2,33 (Figure 5). Ces deux valeurs expliquent que les peuplements dans les deux zones sont hétérogènes; ce qui traduit la présence d'une bonne biodiversité.

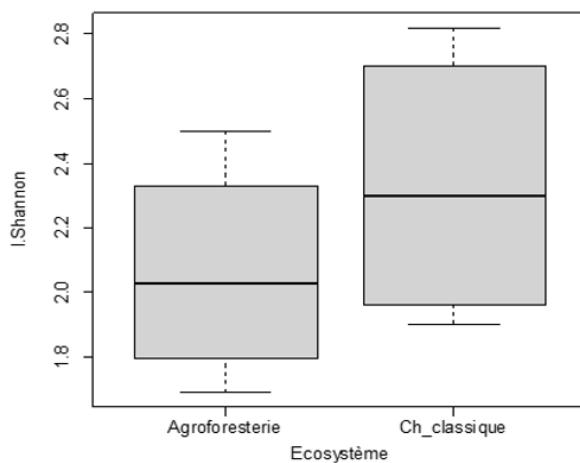


Fig. 5. Dispersion de l'indice de Shannon pour chaque écosystème étudié

En effet, les résultats des tableaux 6, et 7 présentent les comparaisons de l'indice de Shannon pour les zones étudiées. Les figures 6, 7 et 8 présentent la dispersion de l'indice d'équitable pour chaque zone, la corrélation entre les effectifs des espèces et le stock de carbone champ classique, la corrélation entre les effectifs des espèces et le stock de carbone agroforesterie.

Tableau 1. Comparaison de l'indice de Shannon pour les zones étudiées

Indice de Shannon

	Mean	sd	IQR	0%	25%	50%	75%	100%	I.Shannon :n
Agrof	2.0625	0.34	0.3975	1.69	1.84	2.03	2.245	2.50	4
Ch_cl	2.3300	0.44	0.65	1.90	1.99	2.30	2.640	2.82	4

P-Value: 0,3 > 0,05: donc il n'a pas de différence significative

Le test T-Student a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les diversités floristiques dans le système agroforestier et dans le champ classique, d'où le P-Value est 0,3.

Tableau 2. Comparaison de l'indice de Shannon pour les zones étudiées

Indice d'équitabilité de Piérou

	mean	Sd	IQR	0%	25%	50%	75%	100%
Agrof	0.82	0.035	0.02	0.80	0.80	0.815	0.8350	0.88
Ch_cl	0.97	0.005	0.002	0.97	0.9700	0.970	0.9725	0.98

P-Value: 0.000205 ***<0,05: donc il y a une différence très significative

Le test T-Student a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les diversités floristiques dans le système agroforestier et dans le champ classique, d'où le P-Value est 0,3.

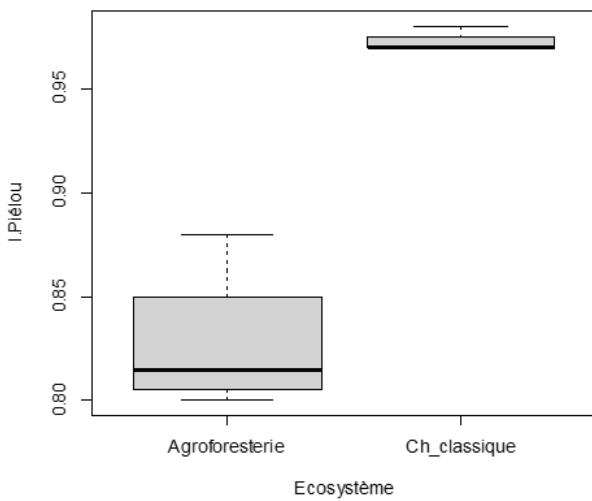


Fig. 6. Dispersion de l'indice d'équitabilité pour chaque zone

L'indice d'équitabilité de Pielou, J (figure 6) indique respectivement les moyennes 0,82 et 0,97 dans l'agroforestier et le champ classique. Le P-Value étant égale à **0.000205** (<0,05) démontre qu'il y a une différence très significative.

Par contre, il est constaté que la similarité entre ces deux types d'écosystèmes inventoriés dans la RBL est inférieure à 50% (Soit 45,23%).

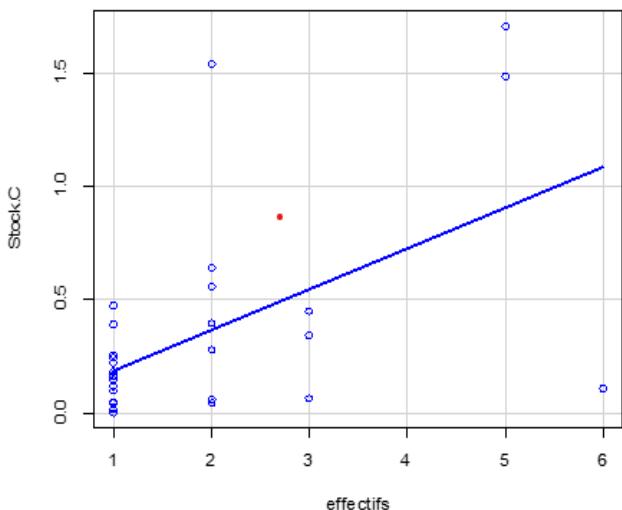


Fig. 7. Corrélation entre les effectifs des espèces et le stock de carbone champ classique

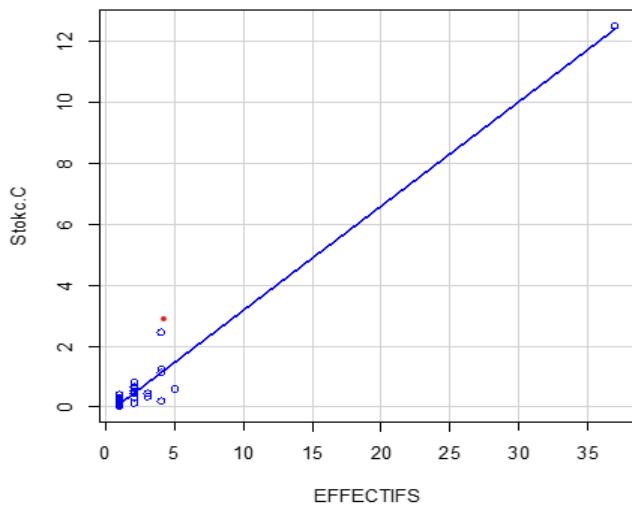


Fig. 8. Corrélation entre les effectifs des espèces et le stock de carbone agroforesterie

5 DISCUSSION

La portée de cette étude était sur la biomasse aérienne et la capacité de séquestration de carbone dans un système Agroforestier dans la Réserve de Biosphère de Luki.

L'étude de la diversité floristique à la RBL a révélé que le système Agroforestier a une diversité d'espèce plus élevé que celle du champ classique. Avec 31 espèces appartenant à 20 familles dans l'agroforesterie et 30 espèces provenant de 19 familles dans le champ classique. Par continuer, la densité d'espèce à l'hectare dans l'agroforesterie est plus élevée que celle dans le champ classique (96 arbres/ha contre 56 arbres/ha). Ces résultats sont inférieurs à ceux trouvés par OBVALA (2021), qui avait travaillé sur une régénération naturelle assistée par la mise en défens et enrichie à *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. et *Acacia mangium* Wild. Sur deux zones dont il avait trouvé une densité de (373,3 arbre/ha contre 271,2 arbres/ha).

(Alassani Amela et al., 2024) ont travaillé sur la diversité structurale des peuplements à *Afraegele paniculata* (Schum.) dans les placettes d'agroforêts de Doufelogou au Togo et ont trouvé que les *Malvaceae* et les *Rutaceae* sont les familles les plus abondant respectivement avec 57,07% et 55,82%, ce qui est largement supérieur à nos résultats dont la famille de *fabaceae* est la plus représentée dans les deux écosystèmes notamment avec 23%, dans le champ classique et 19,35% dans l'agroforesterie, suivi de *sapindaceae* avec 10% pour le champ classique et 9,67% pour l'agroforesterie.

(Mabanga, 2023) avait travaillé sur la diversité des ligneux et stock de carbone épigé du parc agroforestier autour de la RBL et a trouvé que les tiges de régénération sont plus abondant soit la classe de 10-20cm: 68,4% et 22,6% pour 20-30cm, ce qui est différent de nôtre, dont les classe d'avenir sont les plus représentées, soit celle de 40-59cm à 39,28% pour le champ classique et 47,91% pour l'agroforêt, suivi de la classe de 20-39cm avec 32,14% pour le champ classique et 21,87% pour l'agroforêt. Les tiges de régénération sont les moins représentées car l'étude s'était déroulée dans les vieux agroforêts où les pratiques sylvicoles sont fréquentes, ce qui élimine souvent les pionniers (tiges de régénération).

La comparaison de l'indice de Shannon pour les deux écosystèmes montre que les moyennes dans l'agroforesterie et le champ classique sont respectivement de l'ordre 2,06 et 2,33 (Figure 5). Ces deux valeurs expliquent que les peuplements dans les deux zones sont hétérogènes; ce qui traduit la présence d'une bonne biodiversité, (Biga et al., 2020) ont trouvé l'indice de Shannon qui varie entre 3,5 et 2,6 dans un état d'une régénération et structure de la végétation ligneuse des parcs agroforestiers de l'Ouest du Niger, et l'indice d'équitabilité de Piélou qui varie de 0,7 à 0,6n traduisant ainsi une diversité moyenne dans la zone d'étude.

6 CONCLUSION

Cette étude a eu pour objectif global de quantifier la biomasse aérienne et la capacité de séquestration de carbone dans un système agroforestier dans la Réserve de Biosphère de Luki. Les résultats obtenus montrent que la flore ligneuse du champ classique et de l'agroforestier autour de la RBL est diversifiée, avec 56 individus repartis en 30 espèces appartenant à 19 familles botaniques pour le champ classique (1ha) et 96 individus repartis en 31 espèces appartenant à 20 familles botaniques pour l'agroforestier (1ha). L'écosystème agroforestier est caractérisé par une importance degré de diversification floristique par rapport à celui du champ classique. En dépit du statut de réserve de ce premier, l'association de cacaoyers aux ligneux influence fortement son développement (dynamique, structure et fonctionnement). En effet, les ligneux sont majoritairement représentés par les tiges d'avenir et ceux d'exploitables, pour les deux types d'écosystèmes.

Bien qu'ayant un bon potentiel futur de séquestration de carbone, le stock de carbone moyen de 0,34t et 0,81t respectivement dans le champ classique et l'agroforestier, contenu dans la biomasse des ligneux de ces écosystèmes, demeure faible. Ceci est le reflet de l'empreinte humaine dans les écosystèmes forestiers situés autour de la RBL où la production de combustibles ligneux est devenue l'activité qui occupe plus la population et de ce fait, il s'observe de plus en plus la transition de la forêt vers d'autres formes d'utilisation de sol. Afin de faire de cette réserve un véritable refuge de la diversité floristique et un puits important de carbone dans le contexte changeant de l'environnement global, il est nécessaire de lutter contre la déforestation et la dégradation de sa couverture forestière selon une approche paysagère. De ce fait, la promotion des systèmes agroforestiers de bon augure est d'une importance cruciale.

Au regard des résultats obtenus, il apparaît opportun au vu des enjeux socioéconomiques et environnementaux que procurent l'agroforesterie, d'élargir la quantification de la diversité spécifique et le stock de carbone dans et autour de la RBL dans les systèmes agroforestiers en intégrant la notion de la durabilité de ces systèmes selon une approche adaptée à la zone d'étude.

REFERENCES

- [1] Altieri, M. et Pengue, W. 2006. GM soybean: Latin America's new coloniser. *Seedling January*: 13-17.
- [2] Ash, N., Bennett, K., Reid, W., Irwin, F., Ranganathan, J., Scholes, R., Tomich, T.P., Brown, C., Gitay, H., Raudsepp-Hearne, C., Lee, M. 2011. Les écosystèmes et le bien être humain. OislandPress, Washington, USA. 301 p.
- [3] Botarela, 2012. Le mécanisme de la photosynthèse. Repéré sur le site de Botarela, section Les stratégies de photosynthèse: <http://botarela.fr/Poaceae/Famille/Photosynthese-2.html#top>.
- [4] Bourque, 2010 Le cycle du carbone. Repéré sur le site de l'université Laval, section.
- [5] Chartier D., Nasuti S. 2009 Le délicat apprentissage d'une préservation conjointe des écosystèmes et des sociétés. pp.97-112. In GLON E. [éd]. Protéger la nature, est-ce protéger la société ? Revue Géographie et culture n°69, 2009, Publiée avec la reconnaissance scientifique du CNRS, l'Harmattan.
- [6] Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M., 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. and Yamakura, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*

145: 87-99.

- [7] Christophe D. 2017. « Techniques de l'arboriste; chassez les idées reçues», Matériel et paysage, n°127, p. 28.
- [8] Day, M., Baldauf, C., Rutishauser, E. and Sunderland T.C.H. 2013. Relationships between tree species diversity and aboveground biomass in Central African rainforests: implications for REDD. *Environmental Conservation*. pp.1 - 9.
- [9] Duguma, B., Gockowski, J. and Bakala, J. 1998. Smallholder cocoa (*Theobroma cacao*) cultivation in agroforestry systems of west and central Africa: Challenges and opportunities. Paper from workshop held in Panama, 3/30-4/2, 1998. Smithsonian institution. Washington, D.C, USA.
- [10] Dupraz C., Liagre F., 2008, Agroforesterie – des arbres et des cultures. Éditions France Agricole, 410 p.
- [11] FAO 2006. Global forest resource assessment 2005. Progress towards sustainable forest management, Forestry Paper 147, 320 p.
- [12] FAO. 2003 Etude perspective du secteur forestier en Afrique: Rapport sous-régionale Afrique centrale, FOSA.
- [13] FAO. 2012 Manuel d'inventaire forestier avec références particulières aux forêts tropicales hétérogènes, O.A.A., Rome, 198 p.
- [14] Ghazoul, J. and Sheil, D. 2010. Tropical rain forest ecology, diversity, and conservation. Oxford University Press. 516p.
- [15] Gockowski, J. and Sonwa, D. 2011. Cocoa intensification scenarios and their predicted impact on CO₂ emissions, biodiversity conservation, and rural livelihoods in the Guinea rain forest of West Africa. *Environ. Manage.* 48: 307-321.
- [16] Kotto-Same, J., Woomer, P.L., Mounkan, A. and Zapfack, L. 1997. Carbon dynamics in slashand- bum agriculture and land use alternatives of the humid forest zone in Cameroon. *Agric. Ecosyst. Environ.* 65: 245–256.
- [17] Leakey, R.R.B. 2001. Win: Win land use strategies for Africa: 1. Building on experience elsewhere and capitalizing on the value of indigenous tree products. *International Forestry Review* 3: 1-10.
- [18] Mauwa, 2012 Estimation du carbone fixe dans un bloc forestier dans la Reserve de biosphère de Luké, Mémoire fin d'étude, Faculté des sciences agronomiques, Eaux et forêts, Université de Kinshasa, Inédit. 41p.
- [19] Mavinga, M., S., 2019, Production de combustibles et dégradations des formations forestières dans l'Hinterland de Kinshasa, Thèse de doctorat en Sciences/Université de Kinshasa. Domaines: Sciences de l'Environnement - Orientation: Biodiversité et Ecosystèmes, Faculté des Sciences et Technologie, République Démocratique du Congo, 313 p.
- [20] Michel Becker, Jean-François Picard et Jean Timial, Larousse des arbres, des arbustes et des arbrisseaux de l'Europe occidentale, Larousse, 1982, p. 13; p. 11.
- [21] Montagnini, F. and Nair, P.K.R. 2004. Carbon sequestration: An under exploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agroforest Syst* 61: 281-298.
- [22] Nair, P.K.R. 1993. An Introduction to Agroforestry. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- [23] Nations Unies, 2014 Plus de la moitié de la population mondiale vit désormais dans des villes – ONU.
- [24] Othman., 2015 Les plantes pérennes sont des plantes ligneuses qui fabriquent des tissus secondaires durs, appelés xylème ou plus communément bois.
- [25] Parrish, J., Reitsma, R., and Greenberg, R. 1998. Cacao as crop and conservation tool. Paper from workshop on Shade Grown Cocoa held in Panama, 3/30-4/2, 1998. Smithsonian Migratory Bird Centre. Washington, D.C.
- [26] Pellerin, S. 2013. Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ?, Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques. Synthèse du rapport d'étude. 92 p. INRA.
- [27] Poorter, L., Bongers, F., Kouamé, F.N. and Hawthorne, W.D. 2004. Biodiversity of West African Forests: An Ecological Atlas of Woody Plant Species. CABI Publishing, Nederland, Pays-Bas. 521 p.
- [28] Power, A.G. and Flecker, A.S. 1998. Agroecosystem and biodiversity. Paper from workshop held in Panama, 3/30-4/2, 1998. Smithsonian institution. Washington, D.C., USA.
- [29] Scheldeman, X. and van Zonneveld, M. 2012. Manuel de formation à l'analyse spatiale de la diversité et de la distribution des plantes. Bioversity International, Rome, Italia. 186 p.
- [30] Schroth, G., Gustavo, A.B., da Fonseca, C.A., Harvey, C., Gascon, Vasconcelos, H.L. and Izac, A-M.N. 2004. Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes. Island Press, Washington DC, USA. 523 pp.
- [31] Sheil, D., Puri, R.K., Basuki, I., van Heist, M., Wan, M., Liswanti, N., Sardjono, M.A., Samsoedin, I., Sidiyasa, K., Permana E., Angi, E.M., Gatzweiler, F., Johnson, B. and Wijaya, A. 2004. A la découverte de la biodiversité, de l'environnement et des perspectives des populations locales dans les paysages forestiers. Méthodes pour une étude pluridisciplinaire du paysage. Center for International Forestry Research. 97 p.
- [32] Smiley, G.L. and Kroschel, J. 2008. Temporal change in carbon stocks of cocoa -Gliricidia.
- [33] Somarriba, E., Cerdá, R., Orozco, L., Cifuentes, M., Davila, H., Espín, T., Mavisoy, H., Avila, G., Alvarado, E., Poveda, V., Astorga, C., Say, E. and Deheuvels, O. 2013. Carbon stocks and cocoa yields in agroforestry systems of Central America. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 173: 46-57.
- [34] Stephan-Dewenter, I., Kesslere, M., Barkmann, J., Bosa, M., Buchorig, D., Erasmih, S., Fausth, H., Geroldh, G., Glenke, K., Gradsteind, S.R., Guhardjai, E., Harteveld, M., Herteld, D., Höhna, P., Kappash, M., Köhlerh, S., Leuschner, C., Maertens, M., Marggrafe, R., Migge-Kleiank, S., Mogeai, J., Pitopangl, R., Schaeferk, M., Schwarzem, S., Spornd, S.G., Steingrebek, A., Tjitrosoedirdjoi, S.S., Tjitrosoemitoi, S., Tweleh, A., Weberh, R., Woltmann, L., Zellerm, M.N. and Tscharntke, T. 2007. Tradeoffs between income, biodiversity, and ecosystem functioning during tropical rainforest conversion and agroforestry intensification. *PNAS* 104 (12): 4973-4978.
- [35] Prodan, M. (1968). *Forest Biometrics*. Pergamon Press, Oxford, 447 p.
- [36] Avery, T.E. & Burkhart, H.E. (2002). *Forest Measurements*.
- [37] Pielou, E.C. (1966). *The measurement of diversity in different types of biological collections*. Journal of theoretical biology, 13 (1), 131 – 144. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(66\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0022-5193(66)90013-0).
- [38] Jaccard, P. (1901). Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. *Bulletin de la société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 37, 547 – 579.
- [39] Meyer, H.A. (1930). *Diameter distribution series in even-aged stands*. Yale University School of Forestry Bulletin.
- [40] Fisher, R.A., Corbet, A.S. & Williams, C.B. (1943). The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology*, 12 (1), 42 – 58.