

Caractérisation des systèmes agroforestiers en zone de haute altitude du Parc National de Kahuzi Biega en République Démocratique du Congo

Muderhwa M.P.^{1,2}, Kachaka S.C.¹, Tchamba N.M.², Bitijula M.M.¹, Lejoly J.³, Biloso M.A.¹ et Temgoua F.L.²

(1) Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, République Démocratique du Congo / e-mail : patrick.muderhwa@unikin.ac.cd

(2) Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun

(3) Faculté des Sciences et de bio ingénieur, Université Libre de Bruxelles, Belgique

DOI : <http://doi.org/10.5281/zenodo.3518845>

Résumé

La présente étude vise la caractérisation des systèmes agroforestiers traditionnels et montre la diversité d'espèces ligneuses dans les parcelles comme un excellent facteur socio-économique affectant la pratique de ces systèmes de production. De ce fait, 4 villages (Chombo, Cibinda, Kashusha, Miti), ont été sélectionnés, en fonction de leur proximité du parc et de l'existence des pratiques agroforestières. 80 parcelles au total, ont été sélectionnées en fonction de la disponibilité des propriétaires, du type de pratique, de la taille et de la diversité ligneuse. Les parcelles ont été délimitées à l'aide d'un GPS et les paramètres dendrométriques (hauteur et Diamètre à Hauteur de Poitrine (DHP) pour les arbres (dont le DHP \geq 5cm). D'autres paramètres notamment la surface terrière et le volume ont été calculés à partir des deux premiers. Les tests statistiques ont consisté en des ANOVA, des corrélations et un test de Khi Carré. Les ANOVA ont été réalisées pour comparer les paramètres tels que les indices de diversité (Shannon, Equitabilité, Simpson et Fisher-alpha), la richesse spécifique, la surface terrière et le volume. Les résultats de cette étude révèlent que les systèmes

agroforestiers autour du Parc sont hétérogènes et incluent les Champs Complantés d'arbres (CC)(38,75%), les Haies Vives (HV)(20%) et les Jardins de Case (JC)(41,25%). 14 espèces appartenant à 14 familles monospécifiques ont été inventoriées dans les systèmes agroforestiers. Il y avait une différence significative (p -value ($p < 0,01$)) entre le nombre moyen d'espèces par village (test Fischer; ($F=39,039$)), (degré de liberté, ($dl=3$)). L'analyse de la variance a également montré une différence significative entre les valeurs de diversité spécifique effective ($F=15,135$; $dl=3$; $p < 0,01$). Par ailleurs, il est révélé une différence significative entre les paramètres dendrométriques en fonction des villages ($F=57,52$; $dl=3$, $p < 0,01$ pour le volume; $F=48,39$; $dl=3$, $p < 0,01$ pour la surface terrière), mais pas de différence significative en fonction des systèmes agroforestiers ($p=0,783$ pour le diamètre; $p=0,748$ pour la hauteur; $p=0,954$ pour la surface terrière et $p=0,870$ pour le volume). Ces différences traduisent que les populations gèrent différemment leurs exploitations entre les villages et la non différence montre une intensité de gestion presque similaire entre les systèmes.

Keywords : Agroforesterie, Biodiversité, villages riverains, Parc National de Kahuzi Biega, Haute altitude, République Démocratique du Congo

Abstract

The present study aims at characterizing traditional agroforestry systems and shows the diversity of woody species in plots as an excellent socio-economic factor affecting the practice of these production systems. As a result, 4 villages (Chombo, Cibinda, Kashusha, Miti) were selected based on their proximity to the park and the existence of agroforestry practices. 80 plots in total, were selected based on owner availability, type of practice, size and woody diversity. Plots were delineated using a GPS and the dendrometric parameters (height and Diameter at Breast Height (DBH) for trees (including DBH \geq 5cm).)

Other parameters including basal area and volume were calculated. From the first two, the statistical tests consisted of ANOVAs, correlations and a Khi Carré test. The ANOVAs were performed to compare parameters such as diversity indices (Shannon, Equitability, Simpson and Fisher-alpha) Species richness, basal area and volume. The results of this study reveal that agroforestry systems around the Park are heterogeneous and include tree-planted fields (38.75%), hedgerows (20.00%) and house gardens (41.25%) Fourteen species belonging to 14 monospecific families were inventoried in agroforestry systems. There was a significant

difference ($p < 0.01$) between mean of species per village ($F = 39.039$, $dl = 3$) Variance analysis also showed a significant difference between the effective specific diversity values ($F = 15.135$; $dl = 3$; $p < 0.01$). Moreover, a significant difference between the dendrometric parameters according to villages is revealed ($F = 57.52$, $dl = 3$, $p < 0.01$ for the volume, $F = 48.39$, $dl = 3$, $p < 0.01$ for the basal area), but

no significant difference depending on agroforestry systems ($p = 0.783$ for diameter, $p = 0.748$ for height, $p = 0.954$ for basal area and $p = 0.870$ for volume). These differences indicate that populations manage their farms differently between villages and the difference does not show a similar intensity of management between the systems.

Keywords : Agroforestry, Biodiversity, neighbouring villages, Kahuzi Biega National Park, High Altitude, Democratic Republic of Congo

1. Introduction

Dans les régions d'Afrique centrale, il est reconnu que les paysans maintiennent un certain nombre d'arbres lors de la préparation de leurs parcelles entre deux saisons culturales (Schure et al., 2011). Ces pratiques ainsi que d'autres comme la rotation entre jachère et cultures, l'utilisation de bois d'œuvre ou de service dans les CC d'arbres, les HV et les JC, sont appelés systèmes agroforestiers (Nair, 1993). L'agroforesterie a été récemment définie comme un système de gestion des ressources naturelles dynamique et écologique qui, à travers l'intégration des arbres dans les champs et les fermes, diversifie et soutient la production pour des bénéfices sociaux, environnementaux et économiques pour les utilisateurs de la terre à tous les niveaux (Leakey, 1996 ; ICRAF, 2000; Torquebiau, 2007).

Durant les trois dernières décennies, l'agroforesterie a été largement promue dans les tropiques comme étant une stratégie de gestion des ressources naturelles qui essaie d'équilibrer les objectifs du développement de l'agriculture avec la conservation du sol, de l'eau, du climat local et régional et encore plus récemment, la conservation de la biodiversité et la réduction de la déforestation et dégradation (Schroth et al., 2004, Mc Neely et Schroth, 2006). A la même période, plusieurs autres aspects de l'agroforesterie ont été également élucidés, tels que l'histoire et les dynamiques des systèmes agroforestiers (Kumar et Nair, 2004; Miller et Nair, 2006; Peyre et al., 2006), l'agroforesterie et la diversification des sources de revenus, l'amélioration de la sécurité alimentaire des ménages (Sanchez, 2002; Tchoundjeu et al., 2006; Atangana et al., 2006; Asaah et al., 2011) et les divers services écosystémiques (Millenium Ecosystem Assessment, 2005; International Assessment of Agricultural Science and Technology for Development, 2008).

Plus d'une centaine de systèmes agroforestiers ont été répertoriés sous les tropiques, qui consistent à environ 20 pratiques agroforestières (Khasa, 2011). Les études visant à caractériser ces systèmes agroforestiers ont été menées

dans la sous-région du Bassin du Congo, à l'instar du Cameroun où les études sont assez avancées. Par contre, pour ce qui est de la République Démocratique du Congo, bien qu'une étude ait indiqué que les Jardins de Case y sont les systèmes agroforestiers les plus dominants (Atangana et al., 2011), il y a encore un gap sur les connaissances de ces systèmes traditionnels complexes et diversifiés que la monoculture. Parallèlement, plusieurs études soutiennent que les systèmes agroforestiers complexes peuvent servir de modèles pour la mise au point de nouveaux systèmes de culture. Ils apparaissent cependant, de par leurs caractéristiques, beaucoup plus difficiles à appréhender et à conduire que les systèmes monospécifiques (Vandermeer, 1989 ; Vandermeer et al., 1998; Jagoret, 2011).

L'évaluation des systèmes agroforestiers complexes pose des problèmes. D'une part, ils doivent être étudiés sur le long terme pour appréhender les différents aspects de leur durabilité (agronomique, écologique, sociale, économique) et d'autre part, les interactions qui s'exercent au sein de ces systèmes pour le partage des ressources entre les espèces associées et entre les individus d'une même espèce, s'exercent à la fois dans le milieu aérien (bilan radiatif et encombrement de l'espace) et souterrain (eau, nutriments et encombrement de l'espace) (Nair, 1993; Rao et al., 1998 ; Huxley, 1999). Ces interactions sont donc multiples et par conséquent difficilement quantifiables, d'où cette étude de caractérisation des systèmes agroforestiers de la zone de haute altitude du Parc National de Kahuzi Biega (PNKB).

Dans le cadre de la présente étude relative à la caractérisation des systèmes agroforestiers en zone de haute altitude du Parc National de Kahuzi Biega en République Démocratique du Congo, deux principales interrogations ont été reformulées. Quelles sont les Pratiques Agroforestières existantes dans les sites des environs du PNKB? Quelles sont les caractéristiques des ligneux dans les espaces agroforestiers des villages riverains du Parc en zone de haute altitude?

Les objectifs de cette étude sont d'inventorier et de

caractériser la structure et la diversité ligneuse des systèmes agroforestiers existant dans les environs du Parc National de Kahuzi Biega.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Matériel

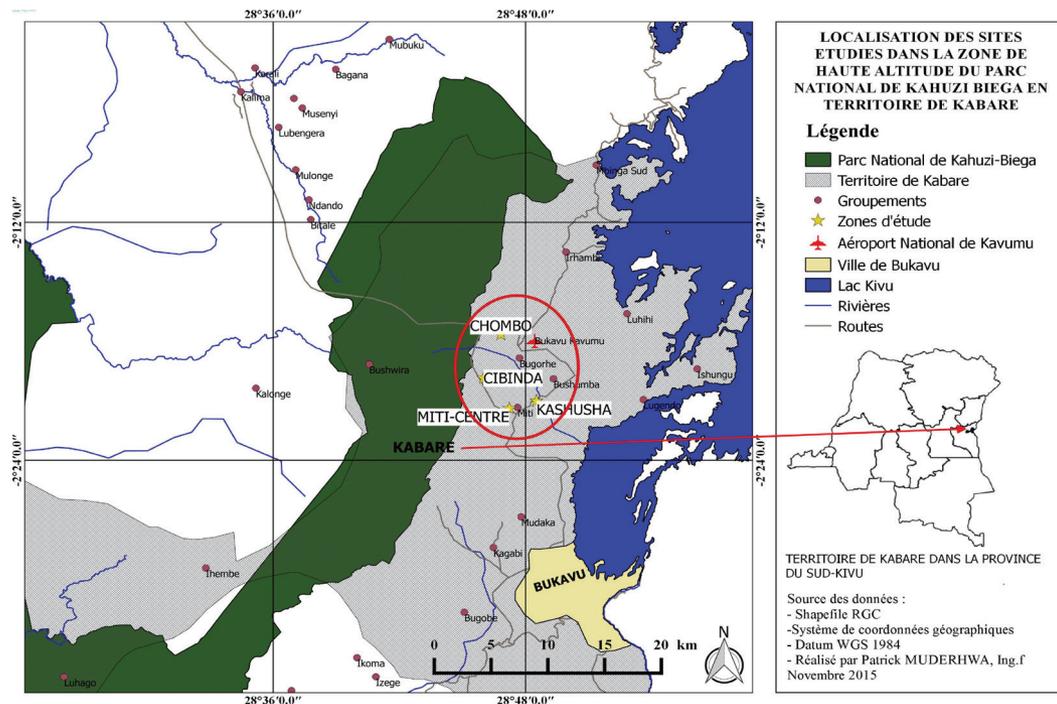
2.1.1 Zone d'étude

L'étude a été conduite dans le territoire de Kabare au nord de la ville de Bukavu et plus spécifiquement dans les villages riverains en zone d'haute altitude du Parc National de Kahuzi Biega (notamment Cibinda, Chombo, Kashusha et Miti). Il est situé entre 28°45'-28° 55' de longitude Est et 2° 30'-2° 50' de latitude Sud, avec une superficie de 1 960 km². Sa population est estimée à 496 169 habitants, avec une densité moyenne de 250 hab/km².

Son altitude est de 1 460 m à l'Est et les sommets les plus hauts atteignent une hauteur de 2 780 m

et de 3 000 m dans les montagnes de Kahuzi et de Biega à l'Ouest. La région est caractérisée par une température moyenne annuelle de 15 à 20°C et une amplitude des températures journalières qui peut atteindre environ 10 à 12°C. Le territoire de Kabare, connaît deux saisons : la saison sèche qui dure 3 mois de juin à septembre et la saison des pluies qui dure 9 mois. La saison sèche connaît une température élevée et une rareté de pluies durant toute la période. Les précipitations moyennes annuelles varient entre 1300 et 1 800 mm.

Suite à la croissance démographique, dans cette zone, la forêt est pratiquement substituée par des surfaces agricoles jusqu'à une certaine altitude d'environ 1 800 m où les conditions de l'agriculture deviennent de plus en plus défavorables ; Ce qui explique aussi la part montante de pâturage avec l'altitude. L'agriculture reste l'activité principale. Dans la zone, il ne reste



Carte 1 : Présentation de la zone d'étude

Tableau 1: Caractéristiques des villages enquêtés

Populations	Nom de villages	Distance PNKB	Coordonnées GPS
Pygmées	Chombo	2,5 km	Latitude Sud: 2°34', Longitude Est: 28°76'; Altitude: 1885 m
Pygmées	Cibinda	3 km	Latitude Sud: 2°34', Longitude Est: 28°78' ; Altitude: 1892m
Bantous	Kashusha	6 km	Latitude Sud: 2°33', Longitude Est: 28°80' ; Altitude: 1646m
Bantous	Miti	7 km	Latitude Sud: 2°36', Longitude Est: 28°78' ; Altitude: 1634 m

que très peu de la végétation arbustive spontanée et des reliques de la forêt secondaire dans la brousaille. Tout récemment, certains organismes ont repris les activités de reboisement dans certains sites. Les espèces les plus répandues sont les *Grevillea robusta* (Proteaceae), *Eucalyptus sp* (Myrtaceae), *Maesopsis eminii* (Rhamnaceae), *Pinus patula* (Pinaceae), etc. Il est observé aussi dans la zone, les vallées revêtues d'une verdure des cultures faites par les paysans alors que les collines de leurs cotés sont caractérisées par les plantations d'arbres.

2.1.2 Appareillage et Outils

Tous les arbres ayant un Diamètre à Hauteur de Poitrine (DHP) supérieur ou égal à 5 cm soit 15,7 cm de circonférence à 1.30 m, ont constitué le matériel biologique pour cette étude. Le GPS a été utilisé pour obtenir les coordonnées géographiques des villages et parcelles cibles, le questionnaire d'enquête et les fiches de relevés phytosociologiques ont été également utilisées afin d'obtenir les informations sur les ligneux.

2.2. Méthodes

2.2.1. Echantillonnage et collecte des données

Afin de caractériser la structure et la diversité ligneuse dans les systèmes agroforestiers, quatre villages (Chombo, Cibinda, Kashusha, Miti), ont été sélectionnés (carte 1, tableau 1), après pré-enquête et entretien avec les personnes ressources, en fonction de leur accessibilité, proximité du Parc, présence des pratiques agroforestières, en vue d'identifier les parcelles agroforestières existantes ainsi que leur distribution spatiale. Ces villages sont variés en terme de: (i) la répartition spatiale autour du Parc National de Kahuzi Biega (600 000 ha, classé patrimoine mondial de l'UNESCO), (ii) l'accessibilité, (iii) la présence des parcelles agroforestières, (iv) la distance par rapport à Bukavu, la grande ville et capitale régionale (environ 800 000 habitants (Institut National de Statistiques, 2012). Etant donné la disparité de la taille et la répartition des parcelles agroforestières au sein du village, l'étude a procédé par un échantillonnage aléatoire stratifié, à deux degrés. La première strate était constituée du village lui-même. Dans ce village, la deuxième strate était constituée par chacune des différentes parcelles agroforestières.

Le groupement de Miti où s'est déroulé l'évaluation formelle, s'étend sur 27 villages, avec 100 ménages par village, le taux d'échantillonnage pour cette étude a été de 20% de la population cible tel que recommandé

par la littérature (Waston, 2001), donnant 20 ménages par village. Quant aux parcelles, elles ont été sélectionnées après le focus group en fonction de la disponibilité du propriétaire, de l'accessibilité, de type de pratiques agroforestières, de la taille et de la diversité ligneuse.

2.2.2. Paramètres dendrométriques

A l'aide d'un GPS, le travail a débuté par la mesure de la superficie et la prise des coordonnées géographiques de chaque parcelle agroforestière. Du fait de tailles réduites des exploitations (1 ha), nous avons réalisé un inventaire systématique des ligneux dont le DHP était supérieur ou égal à 5 cm. L'identification directe des espèces ligneuses à partir des noms scientifiques selon la nomenclature de Linné, ou vernaculaires, s'est faite avec l'assistance d'un forestier et un botaniste. Après l'identification, s'en sont suivies des observations morphologiques et prise des notes de celles-ci, enfin la mesure des paramètres dendrométriques ($dhp \geq 5cm$): DHP, Hauteur, à partir desquelles d'autres paramètres notamment la surface terrière et le volume ont été déduits. La hauteur a été prise à l'aide d'une perche graduée alors que la circonférence a été obtenue avec un ruban circonférentiel.

2.2.3. Paramètres démographiques et de la phytodiversité

Un total de 80 parcelles complètement randomisées ont été sélectionnées dans les 4 villages étudiés (20 parcelles par village). Pour ces paramètres, les richesses spécifiques, les densités, les abondances ainsi que les indices de diversité de Shannon, Simpson et Pielou ont été donnés pour la diversité α dans tous les villages. Nous avons également utilisé les indices de similarité de Jaccard et Morisita-Horn afin d'examiner la diversité β parmi les parcelles.

2.2.4. Analyse et traitement des données

Les tableaux, les graphiques et les tests statistiques (les fréquences, les moyennes, les écarts-types, les sommes, les minima et les maxima) qui ont permis de tirer des conclusions sur les liens entre les variables et les tendances observées, ont été effectués à l'aide du Logiciel SPSS 20. Le logiciel Past (Paleontological Statistics) a permis de calculer les indices de diversité et les coefficients de similarité. Nous avons analysé les données de diversité en comparant les mesures de diversité α par site afin d'estimer l'hétérogénéité.

3. Résultats

3.1. Les différentes pratiques agroforestières identifiées

3.1.1. Les pratiques agroforestières

Globalement 3 types des pratiques agroforestières ont été identifiées dans la zone d'étude. Il s'agit des Haies vives, Jardins de Case, ainsi que les Champs complantés d'arbres et dont les proportions sont visibles dans la figure 1.

La figure 1 indique les pratiques agroforestières inventoriées sur le site d'étude. Des 80 parcelles investiguées, il est possible de voir que les types des pratiques sont fonction des villages, toutefois,

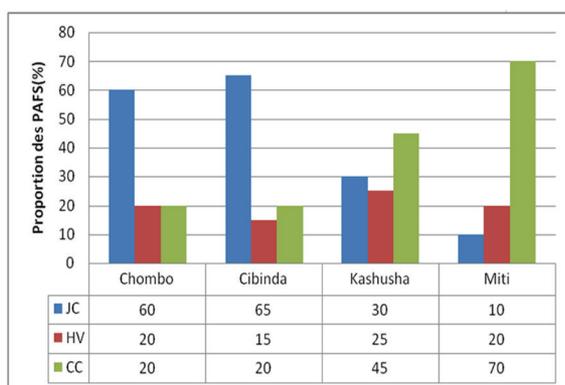


Figure 2: Pratiques agroforestières identifiées dans la zone d'étude

pour l'ensemble des villages, les JC viennent en tête avec 41,25% en moyenne, suivi des CC (38,75% en moyenne), puis les HV (20% en moyenne). Les haies sont plus pour la délimitation des parcelles. Il a été remarqué les faibles superficies des parcelles dans la zone d'étude qui pourrait constituer un frein aux actions de grandes envergures mais néanmoins, l'intensification de l'agroforesterie peut être salutaire car cette dernière résout le problème de rareté de terre (Temgoua, 2014). Dans une étude similaire autour du Parc National de Kahuzi, Maroyi (2013), rapporte que 63% des enquêtés avaient une superficie moyenne comprise entre 0,01 et 1ha, alors que Basimine et al., (2014), ajoute que la superficie moyenne des parcelles dans la zone d'étude est d'1 ha.

3.1.2. Les composantes des systèmes

3.1.2.1. Composante agricole

Dans la zone d'étude, cette composante comprend principalement la banane, le manioc, la patate douce, le maïs, le haricot et le colocale. Toutefois, cette production est essentiellement destinée à l'autoconsommation. Par ordre d'importance, trois cultures principales ont été citées par les répondants. Il s'agit de la Banane, le Manioc et le Haricot.

3.1.2.2. Composante pastorale

Quant à cette composante, elle est essentiellement constituée des bovins (vaches), ovins (moutons),

Tableau 2: Les espèces ligneuses rencontrées dans la zone d'étude

Espèces	Familles	Village d'occurrence	Usages principaux
<i>Cedrela serrulata</i>	Meliaceae	Ch, Ci, Kash	BO, BE
<i>Citrus sp</i>	Rutaceae	Kash	Al, Méd, BE
<i>Cupressus lusitanica</i>	Cupressaceae	Ch, Ci, Kash, Mi	BE, Méd
<i>Erythrina abyssinica</i>	Fabaceae	Ch, Ci	BE, Méd
<i>Eucalyptus sp</i>	Myrtaceae	Ch, Ci, Kash, Mi	BE, BC, Med
<i>Ficus glumosa</i>	Moraceae	Ch, Ci	Méd, BE
<i>Grevillea robusta</i>	Proteaceae	Ch, Ci, Kash, Mi	BO, BE, Fertilisation
<i>Maesopsis eminii</i>	Rhamnaceae	Ch, Ci, Kash, Mi	BO, BE
<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	Ch, Ci, Kash, Mi	Al, Méd, BE
<i>Markhamia lutea</i>	Bignoniaceae	Ch, Ci	BE, Méd
<i>Persea americana</i>	Lauraceae	Ch, Ci, Kash, Mi	Al, BE
<i>Pinus patula</i>	Pinaceae	Ch	BE
<i>Podocarpus usambarensis</i>	Podocarpaceae	Ch, Ci, Mi	BE, BO
<i>Polyscias fulva</i>	Araliaceae	Ch, Ci	BE, Méd, BO

Légende: BE: Bois énergie, BO: Bois d'œuvre, Méd: Médicament, Al: Alimentaire, BC: Bois de construction, Ch: Chombo, Ci: Cibinda, Kash: Kashusha, Mi: Miti

caprins (chèvres), porcins (porcs), et des volailles, notamment les poules. Cette composante est le plus souvent en divagation faute d'espaces des pâturages. Il est signalé dans la région, plusieurs conflits entre agriculteurs et éleveurs. Néanmoins, ces conflits sont gérés sous la médiation du Chef de Village ou par le cadre de concertation en famille ou dans l'église, à travers les associations de développement, par négociation et médiation ou par chambre de réconciliation.

Dans la zone, l'élevage est de type extensif et parfois avec des grands troupeaux. Il est pratiqué pour des raisons alimentaires (viande et lait), économiques (sources des revenus) et sociales (pour la dot et synonyme de la richesse donc appartenance à un rang social élevé). Les espèces suivantes sont plus appréciées par les animaux : *Penisetum clandestinum*, *Setaria barbata*, *Trypsacum sp*, *Commelina diffusa*, *Penisetum purpureum*, etc.

3.1.2.3. Composante ligneuse

14 familles monospécifiques ont été trouvées parmi la vingtaine d'espèces utilisables comme bois énergie dans la région. Les familles les plus abondantes sont celles de Proteaceae avec une espèce *Grevillea robusta* (57,7%), Myrtaceae (*Eucalyptus sp*, 14,1%), Cupressaceae (*Cupressus lusitanica*, 6,6%), Rhamnaceae (*Maesopsis eminii*, 6,1%), Podocarpaceae (*Podocarpus usambarensis*, 5,9%), alors que les familles des Fabaceae (*Erythrina abyssinica*), Moraceae (*Ficus glumosa*), Rutaceae (*Citrus sp*), Bignoniaceae (*Markhamia lutea*), Pinaceae (*Pinus patula*), Lauraceae (*Persea americana*), Anacardiaceae (*Mangifera indica*), Meliaceae (*Cedrela serrulata*) et Araliaceae (*Polyscias fulva*) s'illustrent avec une abondance de moins de 3%. Ces espèces sont utilisées pour diverses raisons, notamment comme bois énergie, bois de service, bois d'œuvre, fertilisants, aliments, médicaments, pour ne citer que cela.

3.2. Caractérisation des pratiques agroforestières identifiées

3.2.1. Diversité des espèces ligneuses rencontrées dans les parcelles agroforestières

3.2.1.1. Richesse spécifique

Il y a une différence significative ($p < 0,01$) entre le nombre moyen d'espèces par village ($F=39,039$; $dl=3$), et les espèces communes pour tous les villages sont le *Grevillea robusta*, *Eucalyptus sp*, *Mangifera indica*,

Persea americana, *Maesopsis eminii* et *Cupressus lusitanica* alors que les espèces différentielles sont *Citrus sp*, *Erythrina abyssinica*, *Polyscias fulva*, *Pinus patula*, *Cedrela serrulata*, *Markhamia lutea* et *Ficus glumosa*.

Les espèces ligneuses rencontrées dans les exploitations, diffèrent en fonction de leurs usages ainsi que de leurs disponibilités dans la région. Parmi les interviewés, 69,2% conservent les arbres pour le bois énergie, 13,8% pour bois d'œuvre et de service, 10,8% pour la vente des fruits, 3,1% pour l'usage médicale et 3,1% pour autres usages du bois (ombrage, artisanat, etc.) (tableau 2).

Quant aux systèmes agroforestiers, un total de 7, 8, 12 et 13 espèces a été trouvé dans les jardins de cases; 6, 6, 12 et 7 espèces dans les Haies vives; 5, 7, 11 et 8 espèces dans les champs complantés, respectivement dans les villages de Miti, Kashusha, Chombo et Cibinda. Les jardins de case sont caractérisés par les espèces indigènes (*Podocarpus usambarensis*, *Ficus glumosa*, *Polyscias fulva*), alors que les champs complantés et les Haies vives comprennent plus des espèces exotiques (*Grevillea robusta*, *Eucalyptus sp*). L'analyse de la variance n'a pas montré de différence significative entre ces valeurs de richesse spécifique ($p=0,45$) et par conséquent les Jardins de case, Haies vives puis les Champs complantés sont riches en espèces ligneuses.

3.2.1.2. Abondance des ligneux

Dans le village de Kashusha, un total de 881 individus (dont 362, 319 et 200 ligneux, respectivement dans les CC, les JC et les HV), repartis en 8 espèces ont été inventoriés, alors qu'à Miti, Chombo et Cibinda les abondances absolues ont été respectivement de 1241 (dont 947, 106 et 188 ligneux, respectivement dans les CC, les JC et les HV) repartis en 7 espèces, 1129 (dont 197, 673 et 259 ligneux, respectivement dans les CC, les JC et les HV) repartis en 13 espèces et 1167 (dont 212, 744 et 211 ligneux, respectivement dans les CC, les JC et les HV) repartis en 12 espèces.

L'analyse de la variance a montré une différence significative ($p < 0,01$) entre les systèmes agroforestiers et ainsi, les ligneux sont plus abondants dans les JC des villages pygmées (Chombo et Cibinda) et dans les CC des villages bantous (Miti et Kashusha). Parallèlement, l'abondance des espèces ligneuses est également différente entre les villages. L'espèce *Grevillea robusta* est la plus abondante dans tous

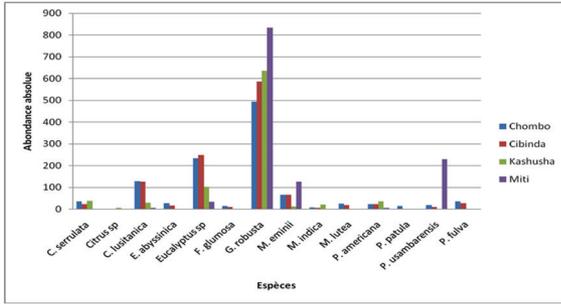


Figure 2: Abondance absolue des ligneux dans les différentes pratiques agroforestières

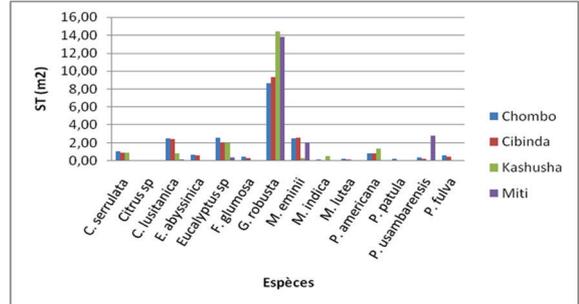


Figure 3: La dominance des ligneux dans les différentes pratiques agroforestières

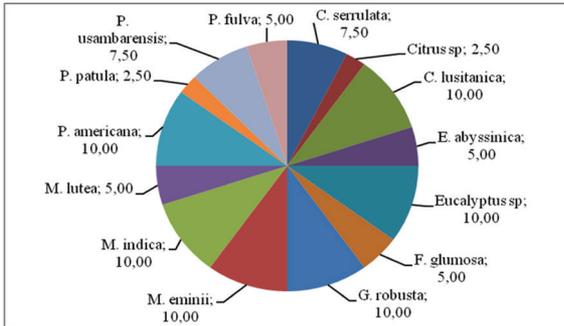


Figure 4 : Fréquence relative des ligneux dans les pratiques agroforestières

les villages étudiés avec 57,7%, suivie des espèces *Eucalyptus sp* (14,08%), *Cupressus lusitanica* (6,59%), *Maesopsis eminii* (6,16%) et *Podocarpus usambarenensis* (5,86%). Les autres espèces, représentées avec moins de 5% sont entre autres *Cedrella serrulata* (2,22%), *Persea americana* (2,02%), *Polyscias fulva* (1,45%), *Markhamia lutea* et *Erythrina abyssinica* (1% chacune), *Mangifera indica* (0,86%), *Ficus glumosa* (0,57%), *Pinus patula* (0,36%) et enfin *Citrus sp* (0,14%). (figure 2).

3.2.1.3. Dominance des ligneux

Des 80 parcelles agroforestières investiguées dans la zone d'étude, l'espèce *Grevillea robusta* est la plus dominante avec 57,7%, suivie de *Maesopsis eminii*, *Eucalyptus sp* et *Cupressus lusitanica* avec respectivement 9,23%; 6,63% et 7,35%. Les autres espèces avec un peu moins de 5% sont *Podocarpus usambarenensis* (4,24%), *Persea americana* (3,78%), *Cedrella serrulata* (3,57%) alors que les autres ont moins de 2%. La dominance relative est également différente entre les villages (figure 3).

3.2.1.4. Fréquence relative des ligneux

La figure 4 montre la présence/absence des espèces

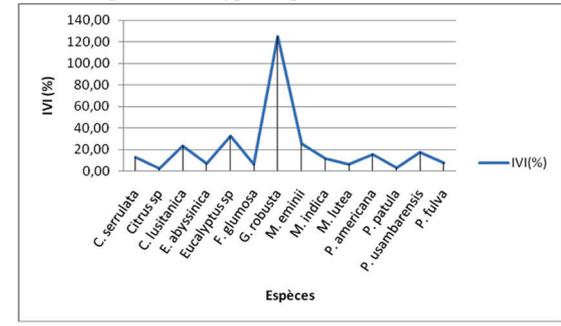


Figure 5 : Indice de Valeur d'importance des espèces inventoriées

dans les types des pratiques. Il ressort de ces résultats que des 14 espèces inventoriées, seules 2 sont différentielles dans la zone d'étude, il s'agit notamment de *Citrus sp*, rencontré exclusivement à Kashusha et *Pinus patula*, à Chombo dans les JC. Les espèces notamment *Polyscias fulva*, *Markhamia lutea*, *Erythrina abyssinica* et *Ficus glumosa* ont été trouvées à Chombo et à Cibinda dans les JC pour les trois premières et dans les HV pour la dernière, alors que les espèces dont *Cedrella serrulata* et *Podocarpus usambarenensis* ont été rencontrées en plus des villages susmentionnés, respectivement à Kashusha et à Miti. Toutefois, les espèces communes pour tous les villages sont *Cupressus lusitanica*, *Grevillea robusta*, *Eucalyptus sp*, *Persea americana*, *Maesopsis eminii* et *Mangifera indica*.

3.2.1.5. Indice de Valeur d'Importance (IVI)

La figure 5, indique les espèces les plus importantes dans l'ensemble des systèmes. Il ressort de celui-ci que l'espèce *Grevillea robusta* reste la plus importante représentant 125,29 sur 300%, suivie des espèces *Eucalyptus sp* avec 32,51 sur 300%, *Maesopsis eminii* avec 25,38 sur 300%, *Cupressus lusitanica* avec 23,94 sur 300%, *Podocarpus usambarenensis* avec 17,61% sur

Tableau 3: Comparaison des indices de diversité des ligneux dans les pratiques

Paramètres	Chombo	Cibinda	Kashusha	Miti
Densité (Ni/Ha)	94,45	95,29	72,61	107,33
Richesse spécifique	13	12	8	7
Abondance ligneuse	1129	1167	881	1241
Simpson	0,74	0,69	0,46	0,50
Shannon	1,80	1,57	1,05	0,98
Pielou	0,70	0,63	0,50	0,51
Fisher Alpha	2,06	1,86	1,21	0,98

300%, *Persea americana*, 15,81 sur 300%, *Cedrella serrulata*, 13,29 sur 300% et *Mangifera indica*, 11,77 sur 300%. Les autres espèces sont en deçà de 10 sur 300% et il s'agit notamment de *Polyscias fulva* (7,81 sur 300%), *Erythrina abyssinica* (7,60 sur 300%), *Ficus glumosa* (6,50 sur 300%), *Markhamia lutea* (6,46 sur 300%), *Pinus patula* (3,15 sur 300%) et enfin *Citrus sp* (2,68 sur 300%).

3.2.1.6. Structure diamétrique des ligneux

La figure 6 illustre la répartition des arbres au sein des classes de diamètres dans la zone d'étude. Il ressort de ces résultats que les ligneux sont abondants dans les premières classes, ainsi la classe de [5-25[représente à elle seule environ 97,10% de l'ensemble d'individus. Par ailleurs les classes de diamètre compris dans les intervalles de [5-15[, [15-25[et [25-35[représentent respectivement 54,69%, 42,42% et 2,76%. Ce qui confirme le stade jeune des ligneux.

3.2.1.7. Les indices de diversité ligneuse

Le tableau 3 montre que les indices de diversité varient d'un village à l'autre. En effet, les indices de diversité de Shannon, Simpson, Pielou et Fisher Alpha, sont élevés pour les villages pygmées (premiers occupants de la RDC, "Bamboutis"), de Chombo et Cibinda que pour les villages bantous de Kashusha et de Miti.

Avana (2014) signale que le rapport de l'indice de Shannon et celui de Simpson, donne la diversité spécifique effective et les résultats du tableau 3, donne 2,43 pour le village de Chombo, 2,27 pour Cibinda, 2,28 pour Kashusha et 1,96 pour Miti. Par ricochet, les 2 premiers villages paraissent plus diversifiés. L'analyse de la variance a montré également une différence significative entre ces valeurs de diversité spécifique effective ($F=15,135$; $dl=3$; $p<0,01$).

Par ailleurs, la richesse spécifique et la densité ligneuse moyenne sont également élevées dans ces villages

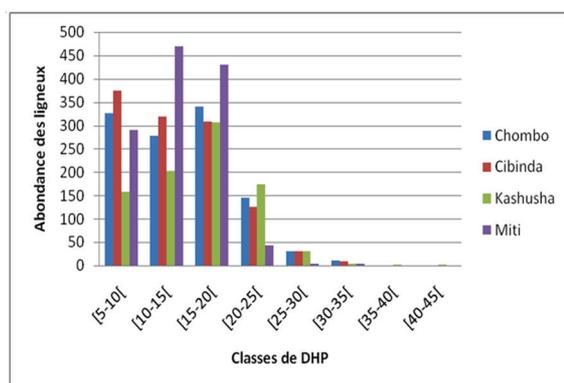


Figure 6: Structure diamétrique des arbres des systèmes agroforestiers

($p<0,01$). Les espèces exotiques étaient dominantes dans les parcelles des villages bantous, alors que les espèces indigènes, notamment le *Podocarpus usambarensis*, *Ficus glumosa*, *Polyscias fulva*, *Markhamia lutea*, *Erythrina abyssinica*, *Maesopsis eminii* se sont bien illustrés à Chombo et à Cibinda. Par ricochet, il est possible de comprendre que les autochtones "Pygmées" sont les plus conservateurs autant qu'ils ont dans leurs exploitations ce qu'ils portaient chercher, autrefois en forêt.

Quant à la diversité Béta qui donne la similarité entre les villages, l'analyse de l'indice de similarité de Jaccard calculé sur base des données d'incidence (présence-absence, données binaires), montre que les villages pygmées sont similaires à 93%, ceux des bantous à 68% alors que les deux blocs le sont à presque 54%. Par ailleurs, l'analyse de l'indice de Morisita et Horn, basé sur l'abondance des espèces indique que les premiers villages sont similaires à 99,2%, les seconds le sont à 94,4%, tandis que les deux blocs sont similaires à 86,8%.

Tableau 4: Paramètres dendrométriques des ligneux dans les sites étudiés

Villages	DHP (cm)	Hauteur (m)	ST (m ²)	ST (m ² /Ha)	Volume (m ³)	V (m ³ /Ha)
Chombo	14,13±5,88	7,90±2,28	0,018±0,015	1,70	0,058±0,062	5,47
Cibinda	13,57±5,86	7,76±2,31	0,017±0,014	1,62	0,054±0,062	5,27
Kashusha	15,99±5,78	8,53±2,58	0,023±0,016	1,67	0,076±0,077	5,60
Miti	13,43±4,25	7,37±1,67	0,015±0,010	1,61	0,042±0,032	4,33

Tableau 5: Paramètres dendrométriques des ligneux dans les systèmes agroforestiers

Villages	SAFS	Paramètres dendrométriques				
		Circo(cm)	Hauteur (m)	DHP (cm)	ST(cm ²)	Volume (cm ³)
Miti		40,6	12,9	7,2	142,94	381,913
	JC	44,0	14,0	8,1	173,01	520,880
	HV	48,9	15,6	7,6	210,35	570,250
Kashusha	CC	52,5	16,7	8,7	237,71	773,177
	JC	49,3	15,7	8,2	229,04	779,539
	HV	47,6	15,1	8,7	204,27	708,772
Cibinda	CC	45,1	14,4	7,6	182,14	532,182
	JC	43,6	13,9	7,9	177,44	577,173
	HV	36,4	11,6	7,3	137,98	421,783
Chombo	CC	47,4	15,1	7,7	199,40	576,078
	JC	44,1	14,1	8,0	180,06	574,744
		42,9	13,6	7,9	183,46	601,300

3.2.1.8. Paramètres dendrométriques des espèces ligneuses rencontrées dans la zone d'étude

Ces paramètres montrent l'évolution différente des ligneux en fonction des villages. Ainsi, ils montrent que le DHP moyen et la surface terrière sont respectivement DHP=14,13 cm, ST=1,70m²/ha à Chombo, DHP=13,57cm, ST=1,62m²/ha à Cibinda, DHP=15,99cm, ST=1,67m²/ha à Kashusha et DHP=13,43cm, ST=1,61m²/ha à Miti.

Par ailleurs, il est révélé une différence significative entre ces paramètres en fonction des villages (F=57,52; dl=3, p<0,01 pour le volume; F=48,39; dl=3, p<0,01 pour la surface terrière; F=47,87; dl=3, p<0,01 pour la hauteur et F=45,16; dl=3, p<0,01 pour le DHP) et également une relation fortement linéaire entre les différents paramètres (r=0,869**, sig=0,00 pour la hauteur et le DHP; r=0,895**, sig=0,00 pour hauteur, DHP, chacune et le volume; r=0,934**, sig=0,00 pour la surface terrière et le volume; r=0,027*, sig=0,036 pour la richesse spécifique et le volume).

Parallèlement, l'analyse de la variance n'a pas montré de différence significative entre ces paramètres en fonction des systèmes agroforestiers (p=0,783 pour

le diamètre; p=0,748 pour la hauteur; p=0,954 pour la surface terrière et p=0,870 pour le volume). Ce qui montre que l'intensité de gestion est presque la même entre tous ces systèmes agroforestiers (JC, CC et HV).

Ces paramètres montrent l'évolution différente des ligneux en fonction des systèmes agroforestiers des villages. Ainsi, ils montrent une différence, bien que, pas significative (p>0,01) entre les SAFS mais significative entre les villages. Il est possible de voir que les JC sont ascendants en terme de volume à Kashusha et Cibinda alors que les HV le sont à Miti et à Chombo. Quant aux CC, la valeur supérieure est observée à Kashusha.

4. Discussion

La structure écologique des espèces ligneuses dans les parcelles

Dans les paysages fragmentés, l'agroforesterie peut aider à maintenir à un certain niveau la biodiversité à l'intérieur et à l'extérieur des aires protégées (Schroth et al., 2004). La diversité écologique des parcelles agroforestières des villages riverains du Parc

National de Kahuzi Biega a été considérable bien qu'inférieure à celle trouvée dans les caféières dans le Noun au Cameroun (43 espèces, Fouellefack, 2013), dans les agroforêts à Caféiers en Guinée forestière (40 espèces, Correia et al., 2010), dans les systèmes agroforestiers traditionnels du Centre et Sud au Bénin (33 et 18 espèces, Ouinsavi et Sokpon, 2008).

Par ailleurs, les résultats de cette étude montre une diversité presque égale à celle trouvée dans les systèmes agroforestiers traditionnels du Nord Ouest du Benin (15 espèces, Ouinsavi et Sokpon, 2008), dans les jardins de case à Cacaoyers au Sud Cameroun (15 espèces, Bisseleua et al., 2007), mais supérieure à celles trouvées dans les vieilles et jeunes cacaoyères extensives du Sud Cameroun (9 et 10 espèces, Bisseleua et al., 2007). L'indice de diversité ligneuse de Shannon (1,35) calculé pour les systèmes agroforestiers de cette étude est supérieur à celui trouvé dans les jeunes cacaoyères au Sud du Cameroun (1,24; Bisseleua et al., 2007), dans les systèmes agroforestiers à Caféiers de l'Ouest de Cameroun (0,82, Avana et Ousmanou, 2006). Cette valeur est inférieure à celui rapporté dans les caféières à Noun au Cameroun (1,57, Fouellefack, 2013), la forêt naturelle de la Guinée (4,27; Correia et al., 2010), les systèmes d'exploitations de subsistance au Népal (2,91, Acharya 2006), les systèmes agroforestiers du Sud du Benin (2,59; Ouinsavi et Sokpon, 2008).

Plusieurs auteurs ont montré que les pratiques agroforestières traditionnelles contribuent à la conservation de la biodiversité à travers la conservation en champs des ligneux et par ricochet la diminution de la pression sur les forêts restantes et l'approvisionnement d'autres services et biens, notamment le bois énergie (Atta-Krah et al., 2004; McNeely et Schroth, 2006; Acharya, 2006; Tchoundjeu et al., 2006). La densité d'arbres et le type d'espèces maintenus sur les exploitations dépendent des facteurs socioéconomiques et environnementaux. Dans cette étude, la densité d'arbres est faible et les espèces protégées divergent en fonction de leurs usages pour les exploitants et de leur disponibilité dans la zone. Acharya (2006) a rapporté que le nombre et le type d'espèces ligneuses dans les parcelles au Népal, dépendent de la taille de l'exploitation, le nombre de bétails et le degré de fragmentation des parcelles.

Similarités entre les forêts du Parc National de Kahuzi Biega et les parcelles agroforestières

Un total de 14 espèces d'arbres au DHP supérieur ou égal à 5cm, a été trouvé dans les parcelles agroforestières de la zone d'étude. Dans ces parcelles, six (6) espèces (43% de ces 14) dont *Podocarpus usambarensis*, *Ficus glumosa*, *Polyscias fulva*, *Markhamia lutea*, *Erythrina abyssinica*, *Maesopsis eminii* sont maintenues dans ces parcelles et que les populations partaient chercher autrefois dans les forêts du PNKB. Les indices de similarité reflètent que les villages sont similaires entre eux en terme d'abondance ligneuse (Indice de Morisita-Horn) et en terme de présence-absence ou données d'incidence (Indice de Jaccard). Selon Hakizimana et al. (2011), si la similarité est supérieure ou égale à 50%, cela veut dire que les deux sites comparés sont similaires et quand la similarité est inférieure à 50%, donc ces sites sont différents.

5. Conclusion

Cette étude portant sur la caractérisation des systèmes agroforestiers en zone de haute altitude du Parc National de Kahuzi Biega a consisté à, inventorier les pratiques agroforestières existantes aux environs du PNKB afin de caractériser la structure et la diversité ligneuse des parcelles agroforestières. Les résultats de l'étude révèlent que les populations de la zone d'étude ne dépendent pas seulement des espèces des forêts, notamment du Parc National de Kahuzi Biega, comme sources d'approvisionnement en services et biens, mais également qu'elles développent des méthodes de gestion des ressources, notamment agroforestières, qui peuvent être importantes pour la conservation des habitats et des espèces. Ainsi, il a été inventorié, les JC (41,25% en moyenne), les HV (20,20% en moyenne), ainsi que les CC (38,75% en moyenne). Ces pratiques sont hétérogènes. Concernant la caractérisation de la structure et la diversité ligneuse des parcelles agroforestières (les variables étant richesse spécifique, abondance, dominance, fréquence relative et densité des ligneux, structure diamétrique, Indice de Valeur d'Importance et indices de diversité), les résultats de cette étude donnent un total de 14 espèces (dont 14 familles monospécifiques), parmi la vingtaine d'espèces utilisables comme bois énergie dans la région. Les espèces ligneuses rencontrées dans les exploitations,

différent en fonction de leurs usages ainsi que de leurs disponibilités dans la région. Parmi les interviewés, 69,2% conservent les arbres pour le bois énergie, 13,8% pour le bois d'œuvre et de service, 10,8% pour la vente des fruits, 3,1% pour l'usage médicale et 3,1% pour autres usages du bois (ombrage, artisanat, etc.). En ce qui concerne les paramètres dendrométriques, les résultats de cette étude, démontrent une différence des stocks entre les espèces et entre les villages et une relation nettement linéaire entre les différents paramètres.

Par ailleurs, il est révélé une différence significative entre ces paramètres en fonction des villages ($F=57,52$; $dl=3$, $p<0,01$ pour le volume; $F=48,39$; $dl=3$, $p<0,01$ pour la surface terrière; $F=47,87$; $dl=3$, $p<0,01$ pour la hauteur et $F=45,16$; $dl=3$, $p<0,01$ pour le DHP), mais aucune différence significative n'a été décelée en fonction des systèmes agroforestiers ($p=0,783$ pour le diamètre; $p=0,748$ pour la hauteur; $p=0,954$ pour la surface terrière et $p=0,870$ pour le volume). Ce qui montre que l'intensité de gestion est presque la même entre tous ces systèmes agroforestiers. Connaissant l'importance de la conservation de la biodiversité des forêts du Parc National de Kahuzi Biega, les systèmes agroforestiers traditionnels pourraient être un outil pour réduire la pression sur les ressources du Parc et créer un environnement favorable pour beaucoup d'autres espèces. Ces pratiques agroforestières traditionnelles pourraient aider également à réduire les conflits entre les responsables du Parc et les communautés locales concernant l'accès à la terre pour les activités agricoles.

Remerciements

Nous remercions le Réseau des Institutions de Formation Forestière et Environnementale d'Afrique Centrale, RIFFEAC, qui a financé cette étude à travers un appel à subvention compétitif. Un sincère sentiment de gratitude aux fermiers de Chombo, Cibinda, Kashusha et Miti pour avoir accepté volontairement d'évaluer leurs exploitations et de nous fournir des informations supplémentaires. Une pensée spéciale s'adresse également à toute personne ayant contribué à la réalisation de cette étude.

Bibliographie

Acharya, K.P. (2006). Linking trees on farms with biodiversity conservation in subsistence farming systems in Nepal. *Biodivers Conserv* 15:631–646

Asaah, E.K., Tchoundjeu, Z., Leakey, R.R.B., Takouing, B., Njong, J. and Edang, I. (2011). Trees, agroforestry and multifunctional agriculture in Cameroon. *International Journal of Agricultural Sustainability* 10: 110-119.

Atangana, A.R., van der Vlis, E., Khasa, D.P., van Houten, D., Beaulieu, J. and Hendrickx, H. (2011). Tree-to-tree variation in stearic and oleic acid content in seed fat from *Allanblackia floribunda* from wild stands: potential for tree breeding. *Food Chemistry* 126 (4): 1579-1585. DOI 10.1016/j.foodchem.2010.12.023

Atangana, R., Khasa, D. et Scott, C. (2013). Introduction à l'agroforesterie tropicale, *Notes de cours, Faculté de Foresterie, de Géomatique et de Géographie, Université Laval, Québec, 228p.*

Atta-Krah, K., Kindt, R., Skilton, J.N., Amaral, W. (2004). Managing biological and genetic diversity in tropical agroforestry. *Agroforest Syst* 61:183–194

Avana, M.L. et Ousmanou, P. (2006). Dynamique de la diversité et rôles de l'arbre dans les systèmes agroforestiers de l'Ouest du Cameroun, *Présentation en atelier.CIRAD*

Bellow, J.G., Hudson, R.F., Nair, P.K.R. (2008). Adoption potential of fruit-tree-based agroforestry on small farms in the subtropical highlands. *Agroforest Syst* 73:23–36

Bisiaux, F., Peltier, R. et Mulielle, J. (2009). Industrial plantations and agroforestry for the benefit of populations on the bateke and mampou plateaux in the Democratic Republic of the Congo. *Bois et Forêts Des Tropiques*, (301):21R32.

Bisseleua, D., Herve, B. et Stefan, V. (2007). Plant biodiversity and vegetation structure in traditional cocoa forest gardens in southern Cameroon under different management. *Biodivers Conserv* (2008) 17:1821–1835

Cassart, B. (2011). Contribution à l'étude du stockage du carbone dans une chronoséquence d'*Acacia auriculiformis* sur arénosols en République Démocratique du Congo, *Mémoire de master inédit, Faculté d'ingénierie biologique, agronomique et environnementale, Université Catholique de Louvain, Belgique, 155p*

Correia, M., Diabate, M., Beavogui, P., Guilavogui, K., Lamanda, N., Hubert de Foresta

- (2010). Conserving forest tree diversity in Guinée Forestière (Guinea, West Africa): the role of coffee-based agroforests. *Biodivers Conserv* DOI 10.1007/s10531-010-9800-6
- Dery, B., Otsyina B., et Ng'atigwa, R. (1999).** Indigenous knowledge of medicinal trees and setting priorities for their domestication in Shinyanga Region, Tanzania. *ICRAF*, 87 p.
- Duhem, S. et N'toto, R. (2012).** Analyse de la filière Bois-Energie dans la province du Sud-Kivu, Rapport d'Etude, Programme de conservation durable de la biodiversité et des forêts, *PBF/GIZ*, Kinshasa, République Démocratique du Congo.
- Fouellefack, C. (2013).** Caractérisation de la diversité et les services écosystémiques des ligneux dans les systèmes agroforestiers à base de caféiers du Département du Noun au Cameroun. *Mémoire de Master. Inédit. Faculté des sciences.* Université de Dschang, Cameroun
- GIEC (2006).** Guide pour l'inventaire national des gaz à effet de serre ; agriculture, foresterie
- Hakizimana, P., Masharabu, T., Bangirinama, F., Habonimana, B. et Bogaert, J. (2011).** Analyse du rôle de la biodiversité végétale des forêts de Kigwena et de Rumonge au Burundi. *Tropicultura*, 29(1), 28–38.
- ICRAF (2000).** Paths to prosperity through agroforestry. ICRAF's corporate strategy, 2001-2010. International Center for Research in Agroforestry, Nairobi
- International Assessment of Agricultural Science and Technology for Development (2008).** Executive summary of the synthesis report. http://www.agassessment.org/docs/SR_Exec_Sum_280508_English.htm. Accessed on March 27, 2009
- Kumar, B.M., Nair, P.K.R. (2004).** The enigma of tropical homegardens. *Agroforest Syst* 61:135-152
- Leakey, R.R.B. (1996).** Definition of agroforestry revisited. *Agroforestry Today* 8:1.
- Marién, J.N. (2009).** « Forêts périurbaines et bois énergie : quels enjeux pour l'Afrique centrale? » in de Wasseige, C. et coll, 2009.
- McNeely, J.A., Schroth, G. (2006).** Agroforestry and biodiversity conservation traditional practices, present dynamics, and lessons for the future. *Biodivers Conserv* 15:549–554
- Millennium Ecosystem Assessment (2005).** Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.
- Miller, R.P., Nair, P.K.R. (2006).** Indigenous agroforestry systems in Amazonia: from prehistory to today. *Agroforest Syst* 66:151–164
- Muderhwa, P. (2011).** Etude de la croissance des arbres d'élites et évaluation de la quantité de carbone séquestré dans une chronoséquence par la méthode de l'arbre moyen : cas d'une plantation à *Acacia crassicaarpa* au Puits-Carbone IBI au Plateau des Batéké, *Mémoire d'Ingénieur, Inédit, Faculté des sciences agronomiques*, Université de Kinshasa, RDC, 75p.
- Muderhwa, P. (2012).** Analyse juridique, technique et organisationnelle de la production à la consommation de la dendroénergie dans le Bassin d'approvisionnement de la ville de Bukavu, *Rapport d'étude avec le Projet Filière Bois énergie du PBF/GIZ*
- Nair, P.K.R. (1993).** An introduction to agroforestry. Kluwer Academic Publisher, The Hague, The Netherlands
- Ouinavi, C., et Sokpon, N. (2008).** Traditional agroforestry systems as tools for conservation of genetic resources of *Milicia excelsa* Welw. C.C. Berg in Benin. *Agroforest Syst* (2008) 74:17–26
- Peyre, A., Guidal, A., Wiersum, K.F., Bongers, F. (2006).** Dynamics of homegarden structure and function in Kerala, India. *Agroforest Syst* 66:101–115
- Sanchez, P.A. (2002).** Soil fertility and hunger in Africa. *Science* 295: 2019-2020.
- Schroth, G., da Fonseca, G.A.B., Harvey, C.A., Vasconcelos, H.L., Gascon, C. and Izac, A.M. (2004).** Introduction: The role of agroforestry in biodiversity conservation in tropical landscapes. In: Schroth G, da Fonseca GAB, Harvey CA, Vasconcelos HL, Gascon C, and Izac AM (eds.) *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*, Pp. 1-14, Island Press, Washington DC, USA.
- Schure, J., Ingram, V., Akalakou-Mayimba, C. (2011).** Bois énergie en RDC: Analyse de la filière des villes de Kinshasa et de Kisangani. *Projet Makala - CIFOR*, Kinshasa

Tchoundjeu, Z., Asaah, E.K., Anebeh, P.O., Degrande, A., Mbile, P., Facheux, C., Tsobeng, A., Atangana, A.R., Ngo Mpeck, M.L. et Simons, A.J. (2006). Putting participatory domestication into practice in West and Central Africa. *Forests, Trees and Livelihoods* 16: 53-69.

Torquebiau, E. (2007). L'agroforesterie: des arbres et des champs. *Harmattan-CIRAD*, Paris

Waston, P. (2001). Focussing formal surveys. The use of rapid rural appraisail for designing a survey in Manland; Berlin.

Zanne, A.E., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D.A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S.L., Miller, R.B., Swenson, N.G., Wiemann, M.C., Chave, J. (2009). Global wood density database. Dryad.