

Contribution de l'approche « Exploitation et Conservation » des arbres hors forêt à l'amélioration de la fertilité des sols agricoles à la lisière du Parc National de KAHUZI BIEGA au Sud-Kivu, en RDC

Irénée MURHULA^{1*}, Claudien IRAGI², Guyane BAHATI³, Rodrigue ASIFIWE^{1,3,4},
François Merlan ZALUKE^{1,5} et Léonard MUBALAMA^{1,6}

¹ Institut Supérieur de Développement Rural de BUKAVU, ISDR BUKAVU

² Institut Supérieur de Développement Rural de KAZIBA, ISDR KAZIBA

³ Université Catholique de BUKAVU

⁴ Université Catholique de BUKAVU, Faculté des Sciences Agronomiques, Laboratoire des Sciences du Sol

⁵ Centre de Recherche ANGAZA, Institute de l'ISDR-Bukavu

⁶ Centre de Recherche en Gestion de la Biodiversité et Changement Climatique

(Reçu le 25 Avril 2022 ; Accepté le 01 Mars 2023)

* Correspondance, courriel : ireneemurhula89@gmail.com

Résumé

Les ressources forestières se raréfient et y accéder est devenu de plus en plus difficile pour les paysans ruraux. De ce fait, une approche exploitation et conservation des arbres hors forêt est en vogue de vulgarisation pour satisfaire aux besoins multiples des consommateurs des produits ligneux. La partie haute altitude du PNKB est depuis des décennies en proie aux divers conflits avec les riverains qui coupent du bois dans cette réserve de la biodiversité pour à la recherche du bois énergie pour certains et des terres agricoles fertiles pour d'autres ou encore par vengeance pour certains. Dans le but de contribuer à la connaissance des ressources ligneuses existantes sur des terres agricoles et leurs effets sur la fertilité des sols aux alentours de ce site du Patrimoine mondial de l'UNESCO d'une part et sur la réduction du risque de déboisement de celui-ci dans sa partie haute altitude située en territoire de KABARE d'autre part, une enquête au moyen d'un guide d'entretien et d'un questionnaire a été réalisée auprès des ménages agricoles habitant cette zone. Les analyses statistiques et pédologiques des résultats de terrain ont conduit aux résultats regroupés sous trois volets dont : (i) l'inventaire a signalé quatorze (14) espèces d'arbres présentes dans les champs dont quatre (4) sont les plus préférées notamment les espèces *Grevillea robusta*, *Eucalyptus sp*, *Maesopsis eminii* et *Markhamia lutea*. (ii) ces espèces sont intégrées et maintenues sur les terres agricoles pour des fins commerciales (36,7 %), production de bois de chauffe (30 %), les arbres agroforestiers (20 %), faire une limite des parcelles (13,3 %). En outre, les résultats de l'étude ont prouvé que la protection des champs contre les érosions et amélioration de la fertilité du sol sont les motivations de l'installation des arbres agroforestiers tandis que l'insuffisance d'espace agricole, manque des plantules d'arbres, ombrage aux cultures et la concurrence avec les cultures contraignent les ménages agricoles à intégrer et conserver des arbres sur leurs terres agricoles. (iii) aucune différence significative n'a été trouvée pour les analyses de la variance entre les propriétés chimiques des sols sous-bois et ceux sans bois. La présence et l'absence des arbres sur les terres agricoles n'a eu aucune influence sur l'apport en élément chimique (N, P, K, C org.) ni sur le pH pendant la période de notre étude. Des études pourront être envisagées d'analyser le comportement de cette approche sur d'autres éléments car les amendements réguliers pratiqués par les ménages agricoles dans leurs champs sans arbres expliquent ce résultat.

Mots-clés : exploitation, conservation, arbre, arbre hors forêt, fertilité.

Abstract

Contribution of the “Exploitation and Conservation” approach of trees outside the forest to improving the fertility of agricultural soils on the edge of the KAHUZI BIEGA National Park in South Kivu, DRC

Forest resources are becoming scarcer and access to them has become increasingly difficult for rural farmers. As a result, an approach to the exploitation and conservation of trees outside the forest is popular to popularize to meet the multiple needs of consumers of wood products. The high altitude part of the PNKB has for decades been plagued by various conflicts with local residents who cut wood in this biodiversity reserve in search of energy wood for some and fertile agricultural land for others or even out of revenge. For some people. With the aim of contributing to the knowledge of the existing ligneous resources on agricultural land and their effects on the fertility of the soils around this World Heritage site of UNESCO on the one hand and on the reduction of the risk of deforestation of this site in its high altitude part located in KABARE territory on the other hand, a survey using an interview guide and a questionnaire was carried out among agricultural households living in this area. The statistical and pedological analyzes of the field results led to the results grouped under three components, including : (i) the inventory reported fourteen (14) tree species present in the fields, four (4) of which are the most preferred, in particular the species *Grevillea robusta*, *Eucalyptus* sp, *Maesopsis eminii* and *Markhamia lutea*. (ii) these species are integrated and maintained on agricultural land for commercial purposes (36.7 %), production of firewood (30 %), agroforestry trees (20 %), making a boundary of plots (13, 3 %). In addition, the results of the study proved that the protection of fields against erosion and improvement of soil fertility are the motivations for the installation of agroforestry trees while the lack of agricultural space, lack of seedlings of the trees, shading of crops and competition with crops force agricultural households to incorporate and maintain trees on their agricultural land. (iii) no significant difference was found for the analyzes of variance between the chemical properties of understory and non-story soils. The presence and absence of trees on agricultural land had no influence on the supply of chemical elements (N, P, K, C org.) nor on the pH during the period of our study. Studies could be envisaged to analyze the behavior of this approach on other elements because the regular amendments practiced by agricultural households in their fields without trees explain this result.

Keywords : *exploitation, conservation, tree, tree outside the forest, fertility.*

1. Introduction

La forêt et les produits forestiers ont un rôle vital dans la vie et le développement des communautés rurales autour des aires protégées (Mubalama, 2018). Le couvert arboré est l'une des ressources naturelles essentielles à l'homme. Son importance s'observe dans plusieurs usages pour lesquels l'homme est le premier bénéficiaire plus spécifiquement pour les usages ayant trait à la conservation et à l'amélioration des terres cultivées, qui en dépendent (FAO, 2016). Aujourd'hui les forêts couvrent 31 % des surfaces terrestres et 60 millions de peuples indigènes dépendent presque entièrement de ces dernières (Bees, 2013) mais la tendance d'une déforestation accrue s'observe déjà dans nombreux des biomes forestiers à travers le monde. Les arbres hors forêt constituent une des ressources aux fonctions multiples, très essentiels pour la production agricole. Aujourd'hui, localement domestiqués, entretenus et cultivés, ces arbres procurent de nombreux produits et services environnementaux et se présentent au niveau mondial et continental, comme l'un des derniers refuges pour de très nombreuses espèces animales et végétales (Bellefontaine et al, 2001). Suite à leurs mises en valeur, les arbres hors forêt concourent avec les forêts et autres terres boisées, à un rôle essentiel dans la résolution des problèmes pédologiques de populations rurales. Leur absence sur une

terre agricole, se traduit par le manque de la canopée arborescente, ce qui entraîne une dégradation des sols accentuée dans certains cas (Bellefontaine et al, 2001). La conservation d'une espèce d'arbre cultivée pour une utilité quelconque, constitue en même temps un vecteur important d'amélioration de l'environnement pédologique, du fait que l'agroforesterie aide grandement dans l'amélioration de la fertilité structurale des sols (Rivest, 2008). Ainsi, l'agroforesterie se présente comme une pratique appropriée dans les milieux affectés par les problèmes d'infertilité des terres, cas du Kivu montagneux, qui est constitué essentiellement des terres de plus en plus appauvries par la surexploitation et les méthodes culturales défectueuses qui sont dans une situation de rareté et poussant les agriculteurs à exploiter même les terrains boisés à pentes fortes (Kajemba et al.,2012). La problématique environnementale d'infertilité des terres due à la déforestation s'amplifie d'année en année suite aux facteurs dont la déforestation, les techniques culturales inappropriées, l'expansion de l'agriculture sur des terres marginales, le surpâturage, l'expansion démographique, le changement climatique et la pauvreté (FAO, 2015). Aujourd'hui d'aucun peut constater l'aggravation de ces phénomènes sur les terres de l'Afrique subsaharienne, dont la province du Sud-Kivu constitue un cas typique, bien que la restauration de cette situation n'a pas toujours été au centre des préoccupations des cultivateurs et décideurs (Koy et al. 2019). Cette dégradation de la forêt n'est uniquement restreinte aux catastrophes ayant des conséquences sur l'homme, mais également aux conséquences sur les autres espèces animales et végétales qui disparaissent chaque année, soit une moyenne estimative de 27 000 espèces perdues annuellement (Bees, 2013). Le taux de dégradation et d'infertilité des terres, suite à leur mise en culture sans bonnes pratiques agro forestières au Sud-Kivu, reste inconnu et demeure l'un des facteurs limitant l'utilisation durable des terres et aussi une des causes sous-jacentes de l'insécurité alimentaire et de la famine observable dans le Kivu montagneux et particulièrement, à KABARE (Heri-Kazi. et al, 2020).

Aujourd'hui, dans nos milieux ruraux, de nouvelles formes d'agroforesterie voient le jour dans le but de répondre aux contraintes climatiques liés aux systèmes agricoles actuels (CGIAR, 2010), à travers l'association des arbres aux cultures agricoles, organisée dans le temps et dans l'espace permet d'instaurer des relations de complémentarité (Labant, 2010; Simard, 2012,) et orientée vers la satisfaction des besoins de la population et à la conservation des sols grâce à leur enracinement profond, qui maintient et fixe le sol en luttant contre l'érosion et améliore sa structure et texture (MAPAQ, 2009) afin de faire face à la dégradation des forêts et terres boisées, dans lesquelles, les ressources forestières se raréfient et y accéder est devenu de plus en plus difficile pour un grand nombre de la population rurale (Byenda, 2015). C'est dans ce cadre que le présent article s'est intéressé aux arbres hors forêt qu'on rencontre dans les champs des agriculteurs dans le territoire de KABARE. Ces arbres spontanés ou plantés, appelés Arbres Hors Forêts sur les terres agricoles, peuvent à l'absence de la forêt contribuer très significativement à la satisfaction des besoins des populations rurales et urbaines (Lisan, 2014). Puisque toutes les espèces d'arbres ne sont pas conservées pour les mêmes usages dans les champs, la présente étude vise à faire un état de lieu de l'approche exploitation et conservation des arbres hors forêts et son effet sur la fertilité des sols agricoles à la lisière du PNKB précisément à Katana, Bugore et Miti dans le territoire de KABARE à travers les questionnements suivant : (1) Quelles sont les espèces d'arbres conservées dans les champs de paysans, leurs caractéristiques et les usages associés? (2) Quels sont les facteurs favorisant et défavorisant l'intégration et conservation des arbres sur les terres agricoles à Kabare ? (3) Quels sont les effets de la présence/absence d'espèces d'arbres dans les champs sur la fertilité des sols? Cette étude va ainsi permettre d'une part, d'identifier les espèces exploitées et conservées dans les champs cultivés de paysans à KABARE ; de comprendre les différentes utilités associées à ces espèces d'arbres dans l'espace agricole, de déterminer lesquelles associées aux cultures disposent d'un fort potentiel fertilisant afin de pouvoir les pérenniser.

2. Milieu et méthodes

2-1. Présentation du milieu d'étude

Cette étude a couvert trois groupements situés aux alentours du Parc National de KAHUZI BIEGA, dont MITI, KATANA et BUGORHE, en territoire de KABARE dans la province du Sud-Kivu en République Démocratique du Congo.

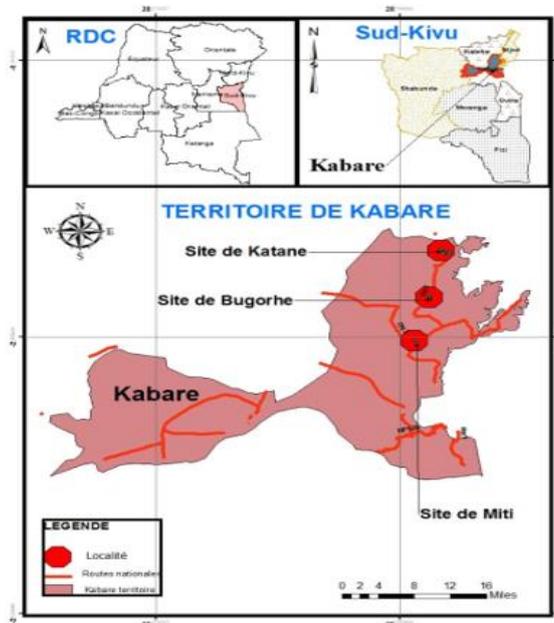


Figure 1 : Site d'échantillonnage

2-2. Méthodes

2-2-1. Echantillon

Pour comprendre l'opinion des enquêtés sur l'approche exploitation et conservation des arbres hors forêt sur les terres agricoles, une enquête a été réalisée dans les 10 sites-localités. Le choix de ces localités a été conduit par leurs accessibilités, la présence des arbres dans les champs ainsi que l'ancienneté des répondants dans la pratique agro forestière d'au moins 5 ans. Dans les 10 sites, la technique boule-de-neige a permis de sélectionner 80 parcelles-ménages agricoles dont 60 parcelles agricoles avec association des arbres et 20 parcelles agricoles sans association avec des arbres.

2-2-2. Collecte des données d'inventaire des espèces

Les paramètres en étude recherchés :

❖ *Identification des espèces d'arbres agro forestiers dans le milieu et leurs caractéristiques :*

Pour identifier les espèces d'arbres agro forestier dans le milieu et déterminer leurs caractéristiques, on a procédé par :

- **Un inventaire des espèces d'arbres utilisées :** L'inventaire a consisté à identifier les espèces présentes dans le champ et leur comptage, déterminer leur disposition. Chaque arbre a été identifié botaniquement en espèces.
- **Prise des mesures dendrométriques :** Dans chaque champ, le nombre d'arbre a été noté et les mesures suivantes ont été prises :

- Le diamètre à hauteur de poitrine (DBH) ou diamètre de référence : A été mesuré à l'aide d'un DBH m, mesure prise à 1,30 m au-dessus du sol dans le but d'estimer le volume de la tige et mesurer l'accroissement en diamètre et en volume.
- La hauteur totale d'un arbre : A été mesurée suivant la méthode estimative qui a consisté à déposer sur l'arbre une tige dont la hauteur est connue et s'éloigner jusqu'à une distance qui permet de voir combien de fois la tige se répète sur l'arbre.
- L'âge des arbres : L'âge des arbres dans la parcelle était déterminé en demandant l'année de leurs mises en terre auprès du propriétaire de la parcelle agricole.
- ❖ **Les déterminants de la motivation et la démotivation** : Pour identifier les espèces d'arbres préférées et déterminer leurs usages associés auprès des agriculteurs
- ❖ **L'effet de la présence ou absence des arbres** : Pour déterminer l'effet des arbres présents dans les champs sur la fertilité du sol,

2-2-3. Collecte de données d'inventaire des espèces

Les échantillons du sol étaient collectés de manière aléatoire dans les différentes parcelles agricoles des paysans à une profondeur de 0 à 30 cm et ont été prélevés à l'aide d'une sonde. Ces derniers ont été conditionnés dans un emballage en plastique identifié et acheminés au laboratoire des sciences du sol de l'Université Catholique de BUKAVU pour les analyses chimiques des éléments suivants : pH, N, P, K et le C organique. En effet, pour déterminer l'influence de la présence ou absence des arbres dans les champs sur la fertilité du sol, les champs contenant les quatre espèces d'arbres les plus préférées (ressortis des résultats des enquêtes) dans le milieu étaient pris en considération dont *Eucalyptus sp*, *Grevillea robusta*, *Maesopsis eminii* et *Markhamia lutea*. Pour chaque espèce d'arbre, des échantillons de sols étaient prélevés suivant la dominance de l'espèce dans la parcelle et étaient pris à au moins 2 mètres de la tige principale en restant en dessous de son houppier. Ensuite des échantillons de sols dans les champs sans arbres se trouvant dans les mêmes conditions géo-climatiques que les parcelles contenant des arbres étaient aussi collectées. Ainsi donc, chaque échantillon de sol avec arbre était associé à un échantillon de sol sans arbres dans le champ. L'opération s'est répétée 4 fois pour chaque espèce ce qui fait 32 échantillons. Au total (16 échantillons sols prélevés dans des champs avec présence des arbres et 16 échantillons dans les champs sans arbres).

2-2-4. Analyses et traitement des données

- **Analyse des paramètres chimiques**

La préparation des échantillons des sols consistait au séchage à l'air libre, broyage à l'aide d'un pilon et mortier, ensuite tamisés à l'aide d'un tamis de 2mm de maille. Les paramètres chimiques déterminés sont : pH eau, azote total(N), Phosphore disponible(P), la teneur en Potassium (K) et le Carbone organique (C org)

- **pH eau** a été déterminé à l'aide d'un pH-mètre à électrode.
- **Azote total (N)**: L'analyse de l'azote total a été déterminée par la méthode de Kjeldahl modifiée. Le dosage a été fait par distillation ou entraînement à la vapeur de l'azote sous forme de NH₃ après alcalinisation de l'extrait minéralisé avec de l'hydroxyde de sodium.
- **Phosphore disponible** : Il été déterminé par spectrophotométrie, après extraction par la solution de Bray II (0,03 M NH₄F + 0,1 M HCl) suivant la méthode de Olsen.
- **Potassium (K)**: il a été déterminé par émission au photomètre à flamme après extraction par la solution d'acétate d'ammonium normal et neutre.
- **Carbone organique (%C)**: Déterminé, selon la méthode de Walkley-Black (1934), basée sur l'oxydation du carbone par le dichromate de potassium (K₂Cr₂O₇) normal, dans un milieu fortement acide (H₂SO₄ 96 %), puis le dichromate de potassium excessif est titré en retour par FeSO₄.7H₂O 1N.

$$\% C = \frac{1,334 \times 0,3 \times M \times (V_{bl} - V_{ech})}{Poids\ ech.} \quad (1)$$

$$avec, M = \frac{10}{V_{bl}}, V_{bl} = 19$$

• Analyses statistiques

Les données recueillies sur terrain ont été encodées et traitées dans le tableau Excel qui a servi également aux analyses descriptives. Une analyse de la variance a été faite entre les paramètres chimiques mesurés sur les échantillons de sol prélevés dans les champs contenant d'arbres et ceux prélevés dans les champs sans arbres avec le logiciel R. R.4.

3. Résultats et discussion

3-1. Espèces d'arbres dans les parcelles agricoles et leurs caractéristiques

Les résultats du **Tableau 1** présentent les effectifs d'arbres inventoriés sur les parcelles agricoles enquêtés à KABARE.

Tableau 1 : Effectifs d'individus (arbres) pour chaque espèce inventoriée dans les champs

Espèces d'arbres	Bugorhe		Irhambi-Katana		Miti		Total	
	Eff.	(%)	Eff.	(%)	Eff.	(%)	Eff.	(%)
<i>Acacia auriculiformis</i>	2	0.5	3	0.7	0	0	5	1.2
<i>Calliandra sp</i>	0	0	6	1.5	0	0	6	1.5
<i>Cedrela odorata</i>	0	0	7	1.7	0	0	7	1.7
<i>Markhamia lutea</i>	12	2.9	9	2.2	5	1.2	26	6.3
<i>Cypressus sempervirens</i>	1	0.2	0	0	2	0.5	3	0.7
<i>Eucalyptus sp</i>	45	11	36	8.8	21	5.1	102	24.9
<i>Grevillea robusta</i>	43	10.5	57	13.9	17	4.1	117	28.5
<i>Maesopsis eminii</i>	25	6.0	65	15.8	11	2.9	101	24.7
<i>Musanga cecropioides</i>	0	0	2	0.5	0	0	2	0.5
<i>Polycias fulva</i>	0	0	2	0.5	0	0	2	0.5
<i>Mangifera indica</i>	3	0.7	0	0	1	0.2	4	0.9
<i>Citrus sinensis</i>	1	0.2	1	0.2	0	0	2	0.4
<i>Citrus limon</i>	0	0	9	2.2	2	0.5	11	2.7
<i>Persea americana</i>	11	2.7	7	1.7	5	1.2	23	5.6
Total général	143	34.7	204	49.7	64	15.6	411	100

Quatre espèces sont mieux représentées dans la zone sous étude. Elles se présentent comme étant des espèces dominantes car elles couvrent à elles seules une grande partie des parcelles agricoles parcourues. Il s'agit de *Grevillea robusta* (28,5 %), *Eucalyptus sp* (24,9 %), *Maesopsis eminii* (24,7 %) et *Persea americana* comme seul fruitier mieux représenté (5,6 %). Le taux élevé de la présence de ces 4 espèces d'arbres dans les champs dans la zone d'étude, peut se justifier par le fait qu'elles sont les plus introduites des espèces par beaucoup d'organisations non gouvernementales œuvrant dans cette zone, (Strong root pour le reboisement à Miti, ADEA (Association de Développement pour l'Élevage et l'Agriculture) à Bugorhe - katana et WCS à Irhambi-katana, dans le cadre des projets de reboisement communautaire (Mongane, 2017). En effet, les arbres fruitiers contribuent par leur production au revenu du paysan, ce qui contribue aux différents besoins de la famille (Bengeli, 2018). On remarque également une adoption des espèces de forêts naturelles par les

ménages agricoles c'est le cas de *Musanga cecropioides*, *polycias* Cette pratique d'introduire progressivement des essences forestières dans les champs paysans doit être encouragée car elle entre dans l'approche globale d'intégrer quelques espèces forestières dans la communauté environnant le PNKB pour diminuer la pression sur les ressources ligneuses du parc. Une bonne partie de notre opinion a affirmé la préférence de l'*Eucalyptus* pour son importance capitale dans la fabrication de la braise, le bois d'œuvre et de construction. Les espèces *Markhamia lutea*, *Grevillea* et *Maesopsis* sont aussi préférés par nos enquêtés pour leur rôle des arbres agro forestiers et leur fort potentiel dans la fertilisation des sols. Nous avons remarqué que certaines espèces sont plantées aux alentours des champs ; cela est une pratique très commune, et sert à délimiter les limites physiques des champs tout en fournissant des produits et des services. Situés à la limite des champs, l'interférence et la compétition avec les cultures sont minimisées et cela demande toutefois l'accord entre les voisins concernés en vue d'éviter les conflits (Emilie et al., 2015). On peut ensuite remarquer une représentation moyenne pour cinq autres espèces, entre autres : *Polycias fulva*, *Musanga cecropioides*, *Cyprès*, *Mangufera indica* et *Citrus sinensis*. En effet, cette situation d'effectifs élevés de l'adoption (fréquence) des espèces d'arbres dans certains ménages agricoles est attribuée au désir des producteurs d'avoir une grande diversité d'arbres sur un même espace (Roose et al., 2012). Ces arbres peuvent avoir différentes caractéristiques dendrométriques. Les résultats du **Tableau 2** présente les moyennes des diamètres des arbres inventoriés au sein des champs à DBH > 10 cm à KABARE.

Tableau 2 : Diamètres et hauteurs (à DBH > 10cm) des arbres dans les champs

Espèces	Eff.	DMin	DMax	DBHMoyen(cm)	Hmoyenne (en m)
<i>Eucalyptus sp</i>	102	10,6	21,3	16,7 ± 2,8	5,3 ± 1,6
<i>Maesopsis eminii</i>	101	12,4	21,6	16,7 ± 2,4	5,9 ± 2,3
<i>Markhamia lutea</i>	26	11,7	17,9	14,4 ± 1,7	4,1 ± 1,1
<i>Musanga cecropioides</i>	2	25,0	25,0	25,0	7,0
<i>Persea americana</i>	23	14,2	17,6	15,9 ± 1,6	5,0 ± 0,6
<i>Grevillea robusta</i>	117	11,7	22,2	16,3 ± 2,5	5,1 ± 2,0
<i>Polycias fulva</i>	2	13,0	20,3	16,7 ± 5,2	6,5 ± 4,9

Les valeurs des diamètres des arbres inventoriés varient selon les espèces. L'espèce *Grevillea robusta* (la plus représentée dans l'inventaire voir **Tableau 2**) présente en moyenne un diamètre de 16,3 ± 2,5 cm et l'espèce *Eucalyptus sp* présente en moyenne un diamètre de 16,7 ± 2,8 cm. Ces résultats pourraient aussi sous-entendre qu'il y a une forte différence quant à l'exploitation des arbres en fonction de leurs grosseurs. En effet, le volume qui exprime la disponibilité de la ressource mobilisable dans une exploitation, varie aussi en fonction des arbres des petits diamètres vers les gros diamètres (C. Deleuze et al. 2014). La structure de hauteurs deux espèces présentent une hauteur maximale plus élevée que les autres il s'agit de l'espèce *Grevillea robusta* et l'espèce *Maesopsis eminii*. Si les individus de ces espèces se trouvant dans cette partie évoluent à l'absence des perturbations liées aux pressions anthropiques, la dynamique du reboisement sera positive. Ce qui nous ramène à dire que la structure est progressive. (Katembo W., 2011). A la question de savoir l'âge moyen des arbres au sein des ménages agricoles, la moitié des ménages enquêtés (50,85 %) ont montré que l'âge des arbres varie entre 0 à 5 ans, de 5 à 10 ans (30,51 %) et seulement (18,64 %) soulignent un âge variant de 10 à 15 ans. On remarque qu'il y a plus des jeunes arbres que des vieux, ceci explique le grand nombre d'arbres à faible diamètre.

3-2. Préférence des espèces d'arbres par les agriculteurs et leurs usages associés dans les ménages agricoles

Les résultats du **Tableau 3** présentent les différents systèmes de culture d'arbres préférés par les ménages agricoles dans leurs champs.

Tableau 3 : Systèmes de culture d'arbres préférés par les ménages agricoles

Espèces préférées	Eff.	%
<i>Eucalyptus sp</i>	13	21,7 %
<i>Eucalyptus sp + Grevillea robusta</i>	22	36,7 %
<i>Eucalyptus sp + Grevillea robusta + Maesopsis eminii</i>	7	11,7 %
<i>Grevillea robusta + Maesopsis eminii</i>	7	11,7 %
<i>Grevillea robusta</i>	11	18,3 %
Total	60	100 %

La préférence des espèces d'arbres par les ménages agricoles à KABARE est regroupée selon cinq systèmes agro forestiers dont notamment le système *Eucalyptus sp + Grevillea robusta* (36,7 %), *Eucalyptus sp* seul (21,7 %), *Grevillea robusta* (18,3 %), *Grevillea robusta + Maesopsis eminii* (11,7 %) et *Eucalyptus sp + Grevillea robusta + Maesopsis eminii* (11,7 %). A ceci s'ajoute aussi l'espèce *Persea americana* préférée comme fruitier dans l'alimentation et procure un peu d'argent au ménage après-vente des avocats et quelque fois la transformation de son tronc en braise. Malgré les problèmes liés aux espèces d'*Eucalyptus sp* sur la perturbation des propriétés des sols, et la consommation excessive des nutriments et de l'eau au détriment des autres cultures vivrières, la culture de *Eucalyptus sp* demeure de plus en plus impérieuse, car elle présente de caractéristique de croissance rapide et produit des bois à usage multiple (bois d'énergie et de confection). Résultats soutenus par le **Tableau 4** et par les résultats de Mongane (2017) qui selon lui, en raison du reboisement, les populations rurales font recours à cette espèce à cause de sa croissance rapide.

Tableau 4 : Usages associés aux arbres dans les ménages à KABARE

Usages associés	Espèces d'arbres			
	<i>Eucalyptus sp</i>	<i>Grevillea robusta</i>	<i>Markhamia lutea</i>	<i>Maesopsis eminii</i>
Bois énergie	✓	✓	✓	✓
Bois de construction	✓	✓	✓	
Protection du sol	✓	✓	✓	✓
Construction	✓	✓		
Autres produits (planche, sticks, ...)	✓	✓	✓	✓

Il ressort du **Tableau 4**, que les usages associés aux espèces d'arbres préférées par les ménages agricoles à KABARE sont notamment : Production du bois énergie et de construction, protection du sol, et vente des autres produits (planches, sticks, etc.). Partant de ces usages, il revient à dire que l'usage pour les espèces *Eucalyptus sp* et *Grevillea robusta* est associé à la production de bois énergie et de construction, protection du sol et vente des autres produits ; l'espèce *Markhamia lutea* est apprécié dans la production du bois énergie et de construction, protection du sol et vente des autres produits. Par contre, l'espèce *Maesopsis eminii* est apprécié départ son usage dans la production de bois énergie, protection du sol et vente des autres produits. Et à ceci s'ajoute l'espèce *Persea americana* apprécié pour son usage alimentaire et le bois énergie. En effet, au Sud-Kivu, la demande en bois énergie à base des espèces d'*Eucalyptus sp*, plus particulièrement le charbon de bois est élevé surtout par les ménages agricoles et les petites et moyennes entreprises. Sa consommation par habitant est estimée à 118 kg/an avec 760.500 habitants (Justin M, 2019). Néanmoins, ces espèces d'arbres s'adaptent bien dans la zone et ont une bonne croissance par rapport à la plupart des espèces indigènes. Ce qui justifie même le choix de plusieurs paysans à exploiter les troncs de *Eucalyptus* qui présentent une importance socio-économique par la production du bois d'énergie, de construction et de sciages, pour les ménages (Dessie et Erkossa, 2011). Ces résultats du tableau 6 montrent clairement que l'approche exploitation et conservation des arbres hors forêts autour du PNKB s'avère urgente et impérieuse

à la vue de la demande tant en bois énergie, en construction des espaces urbanisés (Katana, Kavumu, Miti, Bukavu) qu'en alimentation humaine ; ceci va dans le cadre non seulement de pouvoir relever les revenus des ménages de cette contrée riveraine du PNKB mais aussi est surtout il en va de la protection de celui-ci et de sa biodiversité. Les résultats du **Tableau 5** présente la liste des parcelles agricoles (champs) selon l'efficacité des arbres dans l'amélioration des sols sur les parcelles agricoles par rapport aux réponses données par les enquêtés. A part l'importance d'une plantation dans la vie de l'homme, plusieurs autres études ont montré que l'importance des arbres a été définie par les populations des milieux d'étude et ont ainsi affirmé nos résultats du fait qu'elles attribuent aux arbres une importance dans la protection des sols et l'amélioration de la fertilité des sols (forêts et couvertures herbacées), dans la production du bois d'œuvres énergie, dans le cycle de l'eau (maintien du climat) ,médecine ainsi que dans l'habitat de la faune (Amadou, 2012 et Lisan, 2014). En outre, hormis l'importance économique et environnementale des plantations forestières, la population rurale dépend étroitement de celles-ci pour le relèvement du niveau de vie et l'amélioration des moyens d'existence (Shuku, 2013).

Tableau 5 : Liste des espèces utilisées dans la fertilisation des sols

Arbres fertilisants	Eff.	%
<i>Cedrela odorata</i>	6	10,0 %
<i>Grevillea robusta</i>	26	43,3 %
<i>Maesopsis eminii</i>	16	26,7 %
<i>Markhamia lutea</i>	6	10,0 %
<i>Persea americana</i>	6	10,0 %
Total	60	100,00 %

Il ressort du **Tableau 5** que les espèces d'arbres utilisées par les ménages agricoles à KABARE dans la fertilisation des terres sont notamment : *Grevillea robusta* (43,3 %), *Maesopsis eminii* (26,7 %), *Cedrela odorata*, *Markhamia lutea* et *Persea americana* présentent chacune (10 %). Les systèmes agro forestiers améliorèrent la productivité des terres, stoppent et inversent la dégradation des terres grâce à leur capacité à fournir un microclimat favorable. Rendent permanente la teneur en carbone organique et structurent le sol, ainsi, accroissent l'infiltration en améliorant la fertilité et l'activité biologique des sols (Sadio, 2004).

3-3. Facteurs démotivant les agriculteurs à l'intégration des arbres dans les champs agricoles

Les résultats de la **Figure 2** présentent les démotivations (contraintes) d'intégrer et conserver les arbres sur les parcelles agricoles au sein des ménages à KABARE.

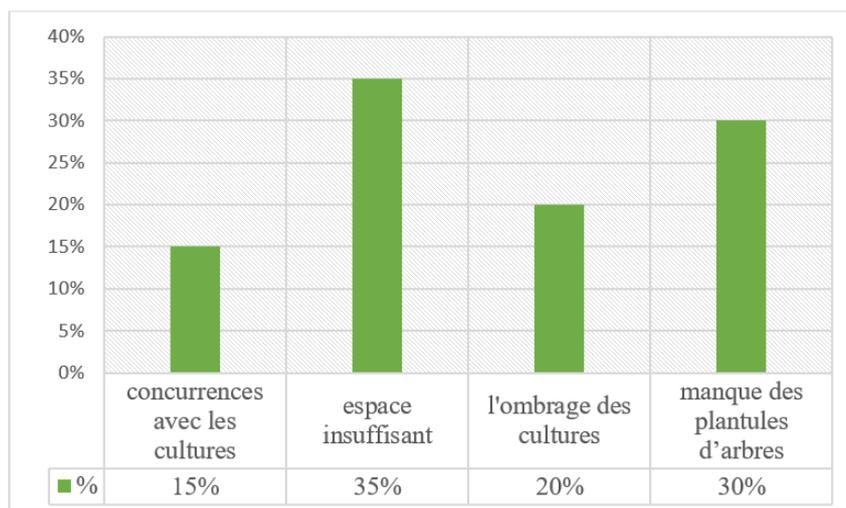


Figure 2 : Démotivation de conserver les arbres dans les champs agricoles

Dans cette recherche en analysant la position des ménages agricoles face à l'intégration des arbres sur les parcelles agricoles, nous avons trouvé que 75 % et 25 % des ménages agricoles sont respectivement intéressés et désintéressés par cette pratique. Les résultats de notre étude sur la démotivation de l'intégration et conservation des arbres dans les champs agricoles sont confirmés et nuancés par des études réalisées par REDD. Ses résultats renseignent que dans le souci d'augmenter des espaces agricoles, les populations locales font recours à la déforestation (coupe des arbres excessive). Ainsi, pour cette entité même la pression de la déforestation à laquelle nous assistons actuellement est causée par l'expansion de l'agriculture ; c'est le cas des cultures pérennes (grande échelle, petit exploitants, subsistances commerciale) et des cultures variables (taillade et brûlis) (Geist et Lambin, 2002). Dans le contexte de zone montagneuse (caractérisé par un manque d'espace agricole faute de l'expansion démographique) où se situe notre milieu d'étude, ces résultats y trouvent d'explication.

3-4. Effets des arbres sur la fertilité du sol dans les champs des agriculteurs a Kabare

Les résultats de la **Figure 3** présentent les tendances de la variation des éléments chimiques (pH, N, P, K, C organique) en box-plot, selon les espèces d'arbres préférées (*Eucalyptus sp*, *Grevillea robusta*, *Markhamia lutea* et *Maesopsis emini*) par les ménages agricoles dans les champs à KABARE.

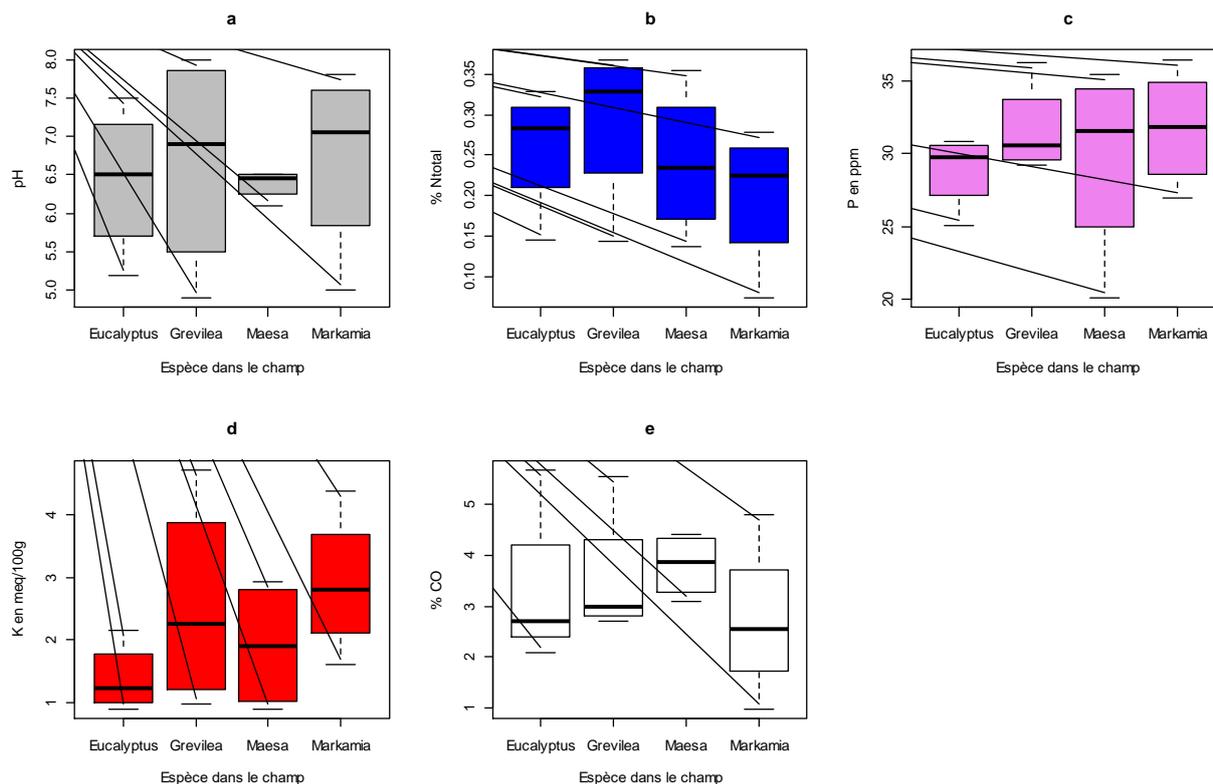


Figure 3 : Synthèse la variation des éléments fertilisants dans les sols suivant les espèces d'arbres préférés par les ménages agricoles à KABARE

De cette **Figure**, on remarque une faible variation du pH du sol dans les différents champs selon qu'il s'agit d'une espèce à une autre. Ce pH est généralement basique. Il est en moyenne de 6,5 pour les champs avec *Eucalyptus sp* et *Maesopsis eminii* et un peu élevé pour les champs avec *Grevillea robusta* et *Markhamia lutea*. En effet, la majorité des cultures en territoire de Kabare, se développent bien dans un sol à pH légèrement acide (Heri-Kazi et Colinet, 2014). Néanmoins, les eucalyptus ont une préférence de pH de tendance fortement acide et s'adaptent difficilement à la neutralité (4,5 à 7,5). En effet, la gamme de pH jugée favorable pour les cultures se situe entre 6 et 6,5 ; (Sadio, 2004). Aussi, une acidité inférieure au minimum requis réduit fortement la solubilité des éléments minéraux et leurs absorptions par les racines, ce qui conduirait à un faible développement des plantes aboutissant ainsi à une faible couverture végétale (Pasquier, 2015). Pour ce qui est de la teneur en azote, dans les champs contenant l'*Eucalyptus sp*, le *Maesopsis eminii* et *Markhamia lutea*, on a des faibles moyennes, respectivement, 0,28 %, 0,23 % et 0,22 %. Alors que, dans les champs contenant le *Grevillea robusta* elle est élevée par rapport au seuil critique qui est de 0,3 % (Vanderborgh et al, 2001). Cette faible teneur en N peut être due aux mauvaises pratiques agroforestières. En effet, sur les parcelles agricoles, l'incidence des pratiques agro-forestières inappropriées (manque de jachère, mauvaise association et mauvaise disposition des arbres dans les champs, absence d'introduction des espèces légumineuses, etc.) sur la dynamique de la minéralisation de l'azote est l'une des causes majeures de la déficience en azote sur ce dernier (Van Schöll, 2015). La teneur en phosphore assimilable quant à elle a été évaluée à une moyenne de 30 mg/kg et 33 mg/kg pour les quatre espèces d'arbres dans les champs ce qui s'avère être meilleure pour les cultures. Cela est appuyé par les résultats de (Horneck *et al.*, 2011) qui ont montrés que, le meilleur taux de phosphore doit être compris entre 20 et 40 mg/kg, soit un optimum de 30 mg/kg. Par ailleurs, on remarque une faible variation en potassium (K) dans l'ensemble des champs contenant les différentes espèces d'arbres. Il est en moyenne de (1,3 cmol/Kg) pour l'*Eucalyptus sp* et de (1,6 cmol/Kg) pour *Maesopsis eminii* et une

moyenne de (2,3 cmol/Kg) pour l'espèce *Grevillea robusta*. L'espèce *Markhamia lutea* présente une moyenne plus élevée (2,8 cmol/Kg). Le taux de carbone organique total ne varie pas beaucoup pour les différentes espèces d'arbres, toute fois, on peut remarquer dans cette figure une légère variation entre les espèces *Markhamia lutea* (2,5 %), *Eucalyptus sp* (2,8 %) et *Grevillea robusta* (3 %). L'espèce *Maesopsis eminii* quant à elle, présente une moyenne plus élevée de (3,8 %) ; le minimum dans les sols sous cultures étant à 1,1 % comme le souligne (Genot *et al.*, 2012). Ainsi, ces résultats montrent que la matière organique est fortement présente dans la zone d'étude, ce qui devrait refléter la bonne nutrition et développement des plantes, ainsi qu'une bonne stabilité structurale des sols à cause de la formation des complexes argilo humiques obtenus grâce à la présence des matières organiques. Cela pourrait être due à la limite de nombre des échantillons des sols et ou des éléments chimiques (pH, N, P, K, C org.) analysés au laboratoire pour les échantillons des sols avec arbres mais aussi par le fait que les agriculteurs dans le milieu font recours aux amendements (engrais organique) dans les champs sans arbres. Ceci implique un recours immédiat à cette approche agro forestière pour restaurer la fertilité de nos sols étant donné que les amendements sont devenus chers et la population est pauvre pour s'en procurer. Les apports au sol d'éléments minéraux avec les chutes des litières correspondent à un flux majeur du cycle biologique dans les peuplements forestiers. En effet, ce flux restitué à la surface du sol une masse importante d'éléments provenant de l'ensemble du profil accumuler des éléments en surface sous une forme chimique à minéraliser (Laclau, 2001). Ainsi donc, il reste à évaluer l'ampleur de ces processus dans une diversité de systèmes et de pratiques, et à comprendre aussi la dynamique de ces éléments en fonction de l'activité biologique des sols. Il est clair que dans leurs jeunes années, la contribution des arbres est très faible, et ce n'est qu'à maturité que les arbres produisent suffisamment de litière pour représenter des gains de MO suffisamment intéressants. Par contre, la bande herbacée à leur pied est rapidement fonctionnelle et peut être pensée et gérée de manière à favoriser certains services (stabilité du sol, refuge pour la pédo faune, stockage de carbone, etc.). Par ailleurs, les pratiques dans l'inter-rangs sont également déterminantes (techniques relevant de l'agriculture de conservation), et c'est bien cette complémentarité qu'il faut raisonner (Beral, 2018).

4. Conclusion

Dans cette étude qui a porté sur l'effet de l'approche « exploitation et Conservation des arbres hors forêts » sur les terres agricoles aux alentours du Parc National de KAHUZI BIEGA en territoire de KABARE, nous avons mis en évidence les différentes espèces d'arbres plantées et conservées sur des terres agricoles dans ladite zone tout en épinglant les motivations et les démotivations des ménages agricoles de les maintenir selon leurs usages associés. Les résultats des analyses chimiques des différents éléments chimiques dont le pH, P, K, C org effectuées au laboratoire appuyés par l'analyse de la variance (ANOVA), ont prouvé qu'il y a une différence non significative de la présence ou absence des arbres sur les terres agricoles du point de vue apport en élément chimique. Cela pourrait être dû à la limite de nombre d'échantillons des sols et/ou des éléments chimiques (notre étude s'est limitée seulement à l'analyse du pH, N, P, K, C org.) analysés au laboratoire pour les échantillons des sols sous-bois mais aussi par le fait que les agriculteurs dans le milieu font recours aux amendements (engrais organique, fumier, résidus de récolte, etc.) dans leurs champs sans arbre. C'est ainsi que notre travail s'est intéressé aux arbres hors forêt qu'on rencontre sur les terres agricoles dans le territoire de KABARE. Ces arbres spontanés ou plantés, appelés arbres Hors Forêts sur les terres agricoles, peuvent à l'absence de la forêt contribuer très significativement à la satisfaction des besoins des populations rurales et urbaines et résoudre au fur et à mesure les problèmes d'épuisement des sols dans cette partie de la province du Sud-Kivu. La tendance globale d'adopter cette approche d'arbre hors forêt à la lisière du PNKB permettra à la longue de réduire le risque de destruction de ce site qui abrite une importante biodiversité qu'il faut à tout prix conserver. C'est ainsi qu'il est impérieux de voir sous d'autres cieux,

l'approche sous étude notamment en mettant au centre des analyses physico-chimique des variables comme (CEC, rapport C/N, l' Al^{3+} , ...) et allonger la liste des espèces qui peuvent contribuer à restituer les éléments fertilisant dans le sol et qui dans les mêmes conditions, pourraient avoir un impact significatif sur la fertilité des terres agricoles dans le territoire de KABARE.

Références

- [1] - L. MUBALAMA, Statut et Gestion des aires protégées. Collection : " Cours". Les Editions de l'Université Officielle de Bukavu — Ed. -UOB. (2018) 320 p. ill., 21 x 15 cm
- [2] - FAO, Situation des forêts du monde. forêts et agricultures : défis et possibilité concernant l'utilisation des terres. Paris, (2016) 12 p.
- [3] - BEES, L'importance de l'arbre dans la vie de l'homme et des écosystèmes. Environment and Education Society work people the Environment, <http://www.bees-ong.org/> : L'importance de l'arbre dans la vie de l'homme et des ecosystèmes.html, (2013)
- [4] - R. BELLEFONTAINE, S. PETIT, M. PAIN-ORCET, P. DELEPORTE et J. BERTAULT, Les arbres hors forêts vers une meilleure prise en compte, Rome : CIRAD/FAO- cahier FAO conservation, Vol. 2, N°35 (2001) 14 p.
- [5] - RIVEST, Cultures intercalaires avec arbres feuillus : effets sur la disponibilité de la lumière, la qualité du sol et la productivité des plantes associées. Fiche agricole, (2008) 35 p.
- [6] - E. KAJEMBA, J. B. MUHIGWA, S. LUBALA, Etude socio-économique des groupements Mushinga, Lubona, Kaniola, Burhale, Mulamba, Tubimbi et Luntukulu en chefferie de Ngweshe. Observatoire Gouvernance et Paix. MISEREOR. Bukavu, RDC, (2012) 41 p.
- [7] - FAO, Etat des ressources en sol du monde. Rapport, (2015) 92 p.
- [8] - J. K. KOY, D. A. WARDELL, J. MIKWA, J. M. KABUANGA, A. MAINDO, J. OSZWALD, C. DOUMENGE, Dynamique de la déforestation dans la Réserve de biosphère de Yangambi, République démocratique du Congo) : variabilité spatiale et temporelle au cours des 30 dernières années. *Bois et Forêts des Tropiques*, (2019) 15 - 28 p.
- [9] - A. HERI-KAZI et L. CHARLES, Dégradation des terres cultivées au Sud-Kivu, RD Congo : perceptions paysannes et caractéristiques des exploitations agricoles. *Cahier du CERUKI*, Vol. 24, (2020) 99 - 116 p.
- [10] - CGIAR, Les forêts, arbres et l'agroforesterie des moyens de substance, des paysages et de la gouvernance, (2010) 1 - 2 p.
- [11] - P. LABANT, Analyse du potentiel agroforestier des exploitations agricoles. Mémoire de Master 2 préparatoire à la thèse, inédit, Université de Toulouse, (2010) 73 p.
- [12] - J. SIMARD, L'agroforesterie, une avenue de développement durable pour l'agriculture québécoise. Longueuil, Québec, Canada, (2012)
- [13] - MAPAQ, Le paysage rural au Québec : Enjeux agricoles et solutions agroforestières. Document de réflexion. In MAPAQ., (2009) <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr>
- [14] - M. BYENDA, La contribution de l'agroforesterie sur la production des cultures vivrières dans le groupement de Buzi. Mémoire de fin de cycle présenté à l'ISIG-Goma, (2015)
- [15] - B. LISAN, Importance des arbres et des forêts, présentation, rôles, services, menaces et préservation. Version : V1.1, 75018, PARIS, France, (2014)
- [16] - K. MONGANE, Analyse du niveau d'adoption du reboisement communautaire dans deux écosystèmes de la cote du lac Kivu : cas de KABARE et Idjwi. Mémoire de fin de cycle UCB/BUKAVU, (2017) 81 p.
- [17] - M. BENGALI, Perception de l'agroforesterie par les paysans et paysannes du groupement mixte de Bissiga, dans la région du plateau Central, au Burkinafaso. Mémoire de Maitrise en agroforesterie. Inedit université Laval. Quebec, (2018) 100 p.

- [18] - S. EMILIE, B. SUBIRA et S. FERGUS, Guide technique d'agroforesterie pour la sélection et la gestion des arbres au Nord-Kivu, (2015) 31 p.
- [19] - E. ROOSE, H. DUCHAUFOUR et G. DENONI, Lutte antiérosive, réhabilitation des sols tropicaux et protection contre les pluies exceptionnelles. IRD (Institut de recherche pour le développement), Marseille, (2012) 758 p.
- [20] - C. DELEUZE, F. MORNEAU, J. P. RENAUD, Y. VIVIEN, M. RIVOIRE et al., Estimer le volume total d'un arbre, quelles que soient l'essence, la taille, la sylviculture, la station. Rendez-vous Techniques de l'ONF, 44 (2014) 22 - 32 p. fahal-01143797f
- [21] - W. KATEMBO, Etude floristique et structurale de forêts monos dominantes à Gilbertiodendron dewevrei (De Wild.) DEA ; inédit. Fac. Sc. UNIKIS, (2013) 49 p.
- [22] - JUSTIN MUDARHI, Dynamique de la déforestation liée à l'exploitation du bois énergie dans le groupement de Kalonge, Sud-Kivu, Editions Universitaires Européennes, (2019) 60 p.
- [23] - G. DESSIE et T. ERKOSSA, Eucalyptus in Africa Socio-economic and environmental issues, (2011) 43 p.
- [24] - S. AMADOU, Contribution à la capitalisation des bonnes pratiques agroforestières pour l'adoption au changement climatique et l'atténuation des émissions des GES au Niger, Centre régional Agrhymet, (2012) 16 p.
- [25] - O. SHUKU, Les avantages sur le plan environnemental et socio-économique d'une forêt plantée : cas du projet de reboisement 8 000 000 ha sur le haut plateau de Batéké ; Kinshasa RDC, UE, (2013) 81 p.
- [26] - S. SADIO, Techniques de conservation des sols et de gestion intégrée de la fertilité en appui au programme de sécurité alimentaire FAO. Rome, (2004) 86 p.
- [27] - H. J. GEIST and E. F. LAMBIN, Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation. *BioScience*, 52 (2002) 143 - 150
- [28] - B. A. HERI-KAZI et G. COLINET, Diversité et mode de gestion des sols dans l'espace socio-agricole des territoires de Walungu et KABARE. Cahier du CERUKI nouvelle série, 44 (2014) 125 - 143 p.
- [29] - L. PASQUIER, L'argile et la motte : Guide du sol. ENESAD-Unité Informatique Pédagogique. Québec à Montréal, (2015) 111 p.
- [30] - T. VANDERBORGHT, J. P. BEAUDUIN, M. KIMANI, A. MWANGOMBE, *Phaseolus vulgaris* L : 335 – 337. In : Raemaekers, R : Agriculture en Afrique tropicale, DGDI, Bruxelles, (2001) 16 p.
- [31] - D. A. HORNECK, D. M. SULLIVAN, J. S. OWEN and J. M. HART, *Soil Test Interpretation Guide*. Oregon State University, department of agriculture, (2011) 12 p.
- [32] - V. GENOT, M. RENNESON, G. COLINET, M-J. GOFFAUX, T. CUGNON, B. TOUSSAINT, D. BUFF et R. OGER, Base de données sols de REQUASUD. Wallonie, barbant wallon – Nivelles, <http://requasol.requasud.be/element.php?param=COT&minimap>, (2012) 36 p.
- [33] - J. P. LACLAU, Dynamique du fonctionnement minéral d'une plantation d'eucalyptus. Effets du reboisement sur un sol de savane du littoral congolais ; conséquences pour la gestion des plantations industrielles, Institut National Agronomique Paris Grignon, (2001), <https://www.theses.fr/2001INAP0032>
- [34] - C. BERAL, Agroforesterie et gestion de la fertilité des sols : article de C. Beral, SCOP Agroof, 23 aout 2018 sur [https://Agroforesterie et gestion de la fertilité des sols – A2C le site de l'agriculture de conservation \(agriculture-de-conservation.com\)](https://Agroforesterie-et-gestion-de-la-fertilité-des-sols-A2C-le-site-de-l-agriculture-de-conservation-agriculture-de-conservation.com)