



Les approches agrosylvicoles, une réponse pour le renforcement de la résilience aux changements climatiques de la population locale de Luki

Tolérant K. LUBALEGA^{1,2*}, Bhely I. Angoboy¹, Roger V. Kizungu¹

¹ Institut national pour l'étude et la recherche agronomiques. BP 2037 Kinshasa (RDC).

² Université de Kikwit. Faculté des Sciences Agronomiques. Département de Phytotechnie. BP 76 Kikwit (RDC)

³ Université de Kinshasa. Faculté des Sciences Agronomiques. Département de chimie agricole. BP 190 Kinshasa XI.

Abstract: The analysis of the different silvicultural methods by agroforestry approaches, as a response to strengthening the resilience of the local population of Luki to climate change in Luki, DRC, focused on regeneration and dendrometric inventories in plantations (= agroforests) within the RBL. An observation of the twenty most abundant woody forest species was made out of the total of 40 species present in the study sites. DBH, total tree height, and basal area within a chronosequence of plantations of different ages constituted the dendrometric characteristics of the study. Sampling plots were established within plantations in agroforestry systems of different ages, which were better identified by the site within RBL. The rotation period is long (>50 years). The conversion methods target stands where the need for a significant marketable volume (timber, fuelwood) is unavoidable. The cuts are of the monocyclic type. Taking into account the technical routes employed by the different silvicultural methods implemented in Luki, we count seven agroforestry approaches. Silvicultural efforts were therefore focused on a group of trees grouped by species. The silvo-banana, silvo-coffee (*Terminalia superba*-*Coffea robusta* 'petit-Kwilu'), silvo-safou (*Terminalia superba*-*Dacryodes edulis*), silvo-cocoa (*Terminalia superba*-*Theobroma cacao*), silvo-orchard (*Terminalia superba*-mixed fruit trees), agricultural crops under tree cover (CASCA), and others implemented in Luki are an application of the 'taungya' system.

Keywords: agroforests; silvicultural methods; the resilience of the local; agroforestry approaches ; 'taungya' system. ; Luki.

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.18756332>

1 Introduction

Les écosystèmes savanicoles et forestiers de la Réserve de Biosphère de Luki (RBL), fournissent plusieurs biens et services aux populations locales (White et Edwards, 2001 ; Nasi et al., 2011 ; Pérot et Vallet, 2012 ; Grossiord et al., 2015 ; Lubalega et al., 2018 ; Lubalega et Mananga, 2018).

L'un des principaux défis à la gestion durable des Aires Protégées (AP) dont les populations locales et riveraines vivent que de l'agriculture (sens lato) est de savoir comment concilier les impératifs de la conservation de la biodiversité à ceux de développement socio-économique de ladite population locale ou riveraine vivant dans les espaces de l'AP. Il sied de souligner que les populations locales de Luki occupent des espaces de la RBL pour leur habitat, l'agriculture, la chasse, la pêche dans ses trois différentes zones composantes (transition, tampon et centrale). La RBL en est un cas très illustratif de conflits d'intérêts susmentionnés entre d'une part les populations riveraines, locales utilisant les espaces de la RBL comme stratégie de survie (Lubalega et Mananga, 2018 ; Lubalega et al., 2018) et les exigences de la conservation de la biodiversité d'autres part. À ce conflit d'intérêts s'ajoute une croissance démographique galopante avec un taux annuel avoisinant 3,3 % qui a pour corollaire l'augmentation de la pression sur les ressources naturelles de la RBL (Trefon et al., 2019).

La RBL, dernier relique de la forêt dense de Mayombe, est soumise à des pressions croissantes dues aux activités anthropiques. Sa pérennité dépend entre autres, de ses aptitudes à la régénération naturelle. Les essences de forêts denses semi-sempervirentes dans et autour de la RBL font l'objet d'une exploitation illicite par des exploitants artisanaux des bois et des carbonisateurs pour alimenter les marchés de Kinzau-mvuete, de Kinshasa et parfois d'Angola (Bernard et Gélinas, 2014).

L'INERA-Luki a identifié les méthodes sylvicoles ou pratiques agrosylvicoles et agroforestières (surtout celles liées à l'agrosylviculture) comme étant une activité alternative intéressante, permettant d'améliorer les pratiques de gestion du territoire des producteurs environnants tout en garantissant la génération de revenus décents. Ces méthodes appartiennent toutes à la combinaison d'arbres et des cultures dans lesquelles la composante arborescente constitue un étage supérieur recouvrant des cultures (Lubalega et Mananga, 2018).

La station de recherche forestière de INERA/Luki dispose des écosystèmes forestiers riches en biodiversité et est la mieux positionnée pour de raisons d'accessibilités et joue déjà un rôle important dans la préservation de la biodiversité sur le plan régional et international. Entre 1949 et 1956 elle a servi pour la mise en place de la méthode agrosylvicole de la conversion de la futaie présentée sous deux variantes, notamment l'uniformisation par le haut et l'uniformisation par le bas. Celles-ci ont conduit à la méthode Limba basée sur l'association de *Terminalia superba* avec de cultures pérennes : les bananiers, les caféiers, les cacaoyers, les safoutiers, les vergers etc. Depuis lors, plusieurs études ont été réalisées dans cette réserve, et toutes, reconnaissent la richesse des ressources naturelles qui s'y trouvent (Lubini, 1997 ; Lubalega et al., 2018 ; Angoboy et al. 2019). Les espèces forestières et fauniques à valeur ajoutée font l'objet de la surexploitation de la part de la population riveraine de la RBL mal servie en énergie électrique (Lubalega et al., 2018).

Le degré d'anthropisation de la RBL (Bernard et Gélinas, 2014 ; Nyange, 2014), laisse penser que les pratiques agrosylvicoles à base d'espèces floristiques et fauniques qui survivent à la surexploitation peuvent contribuer à la conservation de la biodiversité existante et constituer une solution durable, respectueuse de l'environnement dans ladite RBL, en plein changement climatique. Celui-ci se caractérise par de rareté de pluies, une augmentation de température, une période de sécheresse très longue induisant de modifications brusques du climat à Luki.

Il existe peu d'études dans ce domaine d'approches agrosylvicoles. C'est dans cette optique qu'en développant la stratégie de conservation de la biodiversité, en synergie avec le projet SYNAPIC porté par ULB-Coopération, qu'un appui a été effectué à l'INERA-Luki pour l'installation d'un Jardin Botanique mellifère qui est un des aspects des pratiques agrosylvicoles d'enrichissement.

La présente étude vise à examiner et caractériser la contribution des pratiques agrosylvicoles sur la conservation de la biodiversité florale et faunique dans la RBL. Spécifiquement améliorer les connaissances sur les approches agrosylvicoles ayant eu cours au sein de la RBL. Plusieurs auteurs (Bellow et Nair 2003 ; Atangana et al., 2014) affirment que les pratiques agroforestières offrent plusieurs avantages dont la limitation d'évapotranspiration, la diversité de produits consommables, commercialisables, diversifications de revenus, sédentarisation des agriculteurs, valorisation pour l'apiculture durable etc.

Cette approche plus intégrée se base sur des observations et expérimentations concrètes sur terrain. Comme dans de nombreux autres pays tropicaux, où la déforestation est sans aucun doute la problématique environnementale centrale à Luki (RDC).

Des études récentes estiment qu'entre 100 et 150 milles hectares de forêt naturelle dense disparaissent chaque année (Anonyme, 2015). Face à cette évolution alarmante, le pays a présenté en début de cette année l'intention ferme de son gouvernement d'augmenter la superficie des forêts par des plantations d'essences forestières mélangées. Par ces mesures drastiques, le pays a constaté que cette stratégie contribue à la conservation des

ressources forestières centrée principalement sur la protection des écosystèmes sensibles (essences forestières menacées de disparition) n'a pas pris suffisamment en compte des aspects de gestion rationnelle et durable et de restauration des écosystèmes forestiers dans le cadre du zonage régional. Il faut donc se rendre à l'évidence que la protection n'est qu'un outil ou un moyen participant à la conservation des ressources forestières, au même titre que la gestion durable et la restauration. Objectifs de l'étude

Objectif global

L'objectif global de cette étude est d'examiner et caractériser la mise en place d'approches agrosylvicoles et agroforestières à Luki ; de participer à la création des peuplements locaux, à une valorisation économique rationnelle des essences forestières locales, tout en maintenant ou en augmentant la capacité de production de l'écosystème en biens (produits forestiers ligneux et non ligneux(apiculture)) et services (régulation hydrique, protection, conservation de la biodiversité) forestiers.

L'expérimentation en cours a pour objectifs spécifiques :

- 1 Valoriser les savanes et les milieux forestiers dégradés, par leur enrichissement en essences forestières spécifiques à travers la recherche et les approches agrosylvicoles locales de développement des systèmes agroforestiers pour l'exploitation des PFL et des PFNL (apiculture) tout en maintenant les services critiques de l'écosystème tels que la protection des bassins versants et la conservation de la biodiversité,
2. D'inventorier et identifier les meilleures combinaisons du modèle agroforestier de la RBL ;
3. Evaluer la production potentielle des combinaisons d'espèces forestières de la RBL ;
4. De contribuer aux efforts d'adaptation et mitigation aux changements climatiques par la production durable et rationnelle de produits ligneux pour satisfaire les besoins agrosylvicole aux niveaux local, régional, national et international.
5. Fournir des guides et des lignes directrices clairs sur le traitement de la biodiversité et des services écologiques pour les activités forestières durables dans le réseau de sites expérimentaux.
6. Participer à la conservation, préservation de la biodiversité d'espèces forestières à valeur ajoutée en voie de disparition ;

Hypothèses de travail

- a) Les approches agrosylvicoles et /ou agroforestières sont une réponse principale à la gestion du territoire des producteurs environnants tout en garantissant la génération de revenus décents,
- b) Les agroforêts sont différentes les unes des autres de par leur structures, richesse et diversité spécifiques,

Intérêt de la recherche

Constituer une base de données fiable pour de modèles agrosylvicoles appropriés aux réalités de Mayombe. Adapter et évaluer le potentiel agrosylvicole de plantes sauvages indigènes utilisables dans les agroforêts et plantations agroforestières à vocation apicoles. Maintenir continuellement un stock de semences et boutures d'une large diversité d'essences forestières, avec une couverture annuelle, dans lequel les pépinières décentralisées pourront s'approvisionner (et qui pourra également collecter les semences depuis les agroforêts et plantations agroforestières apicoles). Constituer un lieu didactique pour l'accueil de stagiaires, étudiants, formations, visites d'éducation continue et de recherche dans le domaine de la flore à Luki. Méthodes d'étude

2 Site d'étude :

La RBL s'étend entre 5°35' et 5°45' de latitude Sud et entre 13°07' et 13°15' de longitude Est ; l'altitude varie entre 150 et à plus de 500 m. Le climat est du type AW5 selon la classification de Köppen avec 5 mois de saison sèche, de mi-mai à mi-octobre (Lubalega et al., 2018). Les précipitations annuelles moyennes oscillent entre 1150 et 1500 mm avec une température moyenne annuelle qui varie entre 25 et 30 °C (Lubalega et Mananga, 2018 ; Lubalega et al., 2018). Les sols sont ferrallitiques (oxisols) caractérisés par la présence d'oxydes de fer et d'aluminium (Tutula, 1968 ; Mukendi, 1973 ; Hubau, 2013). Typologiquement on y distingue : les forêts primaires à *Prioria balsamifera* (*Gossweilerodendron balsamiferum*) ; *Gilletiodendron kisanuense*, les forêts secondaires à *Terminalia superba*, dans les années 1940–1950, de grandes plantations de limba (*Terminalia superba* Engl. & Diels) ont été mises en place à Luki, en République Démocratique du Congo afin de réduire la pression sur les forêts naturelles, la forêt monodominante à *Gilbertiodendron dewevrei* ; la forêt à marantacées ; la forêt galerie ;

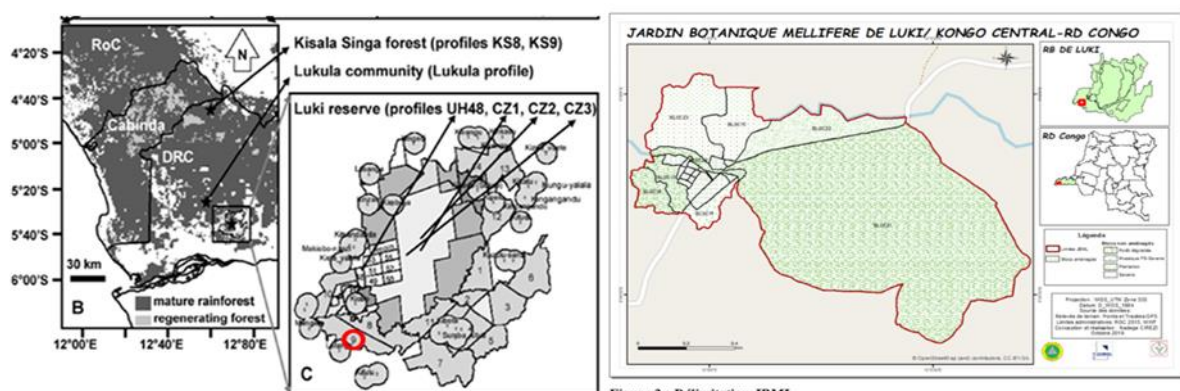
l'inselberg ; les forêts à proximité ou sur une zone de rochers ; marécages ; forêt inondée de façon saisonnière à Uapaca guinense; Chablis ; végétation secondaire jeune à Terminalia superba ; végétation secondaire mature ; lisières, clairières ; fonds de vallées ; marécageux. Savanes arborées : une formation végétale composée principalement de plantes herbacées vivaces de la famille de Poaceae formant un tapis continu atteignant 2 m de haut à maturité ; elles peuvent être parsemées ou non d'arbustes ou d'arbres. La proportion des ligneux au sein des savanes détermine le qualificatif terminologique de savane herbeuse, savane arbustive, savane arborée et savane boisée (Lubalega, 2016). Savanes herbeuses : une formation végétale écologique composée principalement de plantes herbacées vivaces de la famille de Poaceae formant un tapis continu atteignant 2 m de haut à maturité ; elles peuvent être parsemées ou non d'arbustes. Systèmes agroforestiers : comprend une multitude de systèmes dans lesquels l'arbre n'est pas la seule composante de l'espace concerné. L'association avec une autre spéculation, agricole, fruitière ou forestière, revêt des formes très variées en fonction du contexte local et des objectifs poursuivis. Les systèmes agroforestiers à cacaoyers et caféiers sont très présents à Luki. La réserve de Luki dispose de 17 espèces phares sur les 26 qui figurent sur la liste de l'Ecorégion. Il s'agit des espèces suivantes: le céphalophe à bande dorsale noire (Cephalophus dorsalis), le céphalophe à front noir (Cephalophus nigrifrons), le guib harnaché (Tragelaphus scriptus), l'écureuil à pattes rousses (Funisciurus pyrrhopus leonis), l'athérure africain (Atherurus africanus), le grand écureuil de Stanger (Protoxerus stangeri), le rat géant d'Emin (Cricetomys emini), l'aulacode (Thryonomys swinderianus), la mangouste à longue queue (Herpestes naso), le pangolin à longue queue (Manis tetradactyla), le potto de Bosman (Perodictus potto), le chimpanzé (Pan troglodytes verus), le faisan bleu (Corythaecola cristata), la nandinie (Nandinia binotata), le calao siffleur (Bycanistes fistulata), le martin-pêcheur huppé (Alcedo cristata), le martin-pêcheur pygmée (Ceyx picta). Ces espèces figurent sur la liste WWF précitée. L'emplacement destiné à recevoir le jardin botanique mellifère présente une typologie de mosaïque forêt-savane. Plusieurs espèces végétales herbacées ont constitué le fond floristique notamment : Imperata cylindrica; Hypparhenia diplandra ; Pseudospondias sp ; Calopoconium micunoides ; Panicum maximum; Costus spp; Palisota africana; Chromolaena odorata; Croton hirsutum et quelques espèces ligneuses forestières comme Albizia adiantifolia ; Milicia excelsa. La figure ci-dessous présente la localisation du bloc expérimental au bloc IX.

Collecte et analyses des données

L'analyse des approches agrosylvicoles, comme une réponse au renforcement de la résilience aux changements climatiques de population locale de Luki, à Luki, en RDC a porté sur les inventaires de régénération et dendrométriques dans des plantations (= Agroforêts) en rapport au sein de la RBL, une observation de vingt espèces forestières ligneuses plus abondantes a été faite sur le total de 40 espèces présentes dans les sites d'études. Le Dhp, la hauteur totale d'arbres et la surface terrière dans une chronoséquence de plantations d'âges différents ont constitué les caractéristiques dendrométriques de l'étude. Les placettes d'échantillonnage ont été établies au sein des plantations en systèmes agrosylvicoles ou agroforestiers d'âges différents mieux identifiés par le site dans RBL. Les placettes installées dans la régénération naturelle de Prioria basalmifera du camp de travailleurs de l'Institut national pour l'étude et la recherche agronomiques (INERA) a servi de contrôle. Ce choix est justifié par sa longue expérience sur les pratiques agrosylvicoles ou agroforestières effectuées dans le temps et espace sur des agroforêts à Luki. Les treize plantations agrosylvicoles cernées, se trouvent à des emplacements différents mais dans des conditions similaires. Elles constituent nos unités expérimentales ou traitements d'études. Dix placettes d'échantillonnage ont été installées dans chaque site, soit au total cent trente placettes dans l'ensemble du

dispositif. Elles ont mesuré 25 m sur 25 m chacune, soit 625 m² pour chaque unité d'expérimentation considérée séparément ou le 1/16 (un seizième) de l'hectare. Ces différentes placettes ont fait l'objet d'inventaires de régénération : floristiques et dendrométriques, ensuite une analyse de formes biologiques a permis d'identifier les différents groupes typologiques existants. Les principales espèces composantes de la régénération dans les plantations ont été regroupées en selon les études de Duvigneaud (1949), White (1983), Lubini (2003) et Belesi (2009). Le regroupement de ces espèces en types biologiques a permis de distinguer le processus de reforestation en cours au sein de la chronoséquence choisie. Les types de diaspores utilisés sont ceux définis selon la classification de Dansereau et Lems (1957) utilisés par Evrard (1968) et Lubini (2003). Le modèle mathématique sous-jacent à l'analyse de variance est : $Y = A B A * B$. Celui-ci correspond à une partition de la somme de carré du modèle en des composantes attribuables à l'effet de chaque variable, lorsque les variables sont ajoutées de façon séquentielle (une à une, dans l'ordre) au modèle selon l'ordre prescrit dans l'énoncé « Modèle ». La procédure du modèle linéaire généralisé (GLM), à l'aide du logiciel SPSS a été effectuée sur nos données d'inventaires dendrométriques. Cette procédure, considère différentes approches théoriques de l'analyse de variance en fournissant quatre sommes de carrés de même que les statistiques associées à ces sommes de carrés. C'est-à-dire la somme de carré pour un effet A est ajustée pour tous les autres facteurs apparaissant dans le modèle, à l'exception des interactions impliquant le facteur A et des facteurs emboîtés à l'intérieur du facteur A. L'homogénéité des variances des résidus avec une tendance normale a permis leur utilisation directement sans une quelconque transformation.

La diversité spécifique a été évaluée par le dénombrement d'espèces présentes dans les placettes d'échantillonnage, en plus de leur fréquence relative qui représente la plus grande régularité avec laquelle les individus des diverses espèces se rencontrent dans les placettes. Pour y parvenir l'échelle d'abondance-dominance de Braun-Blanquet, basée sur le nombre d'individus de l'espèce et le recouvrement de l'espèce ; avec les valeurs moyennes de recouvrement suivantes : + = 0,5 ; 1 = 3 ; 2 = 15 ; 3 = 37,5 ; 4 = 62,5 ; 5 = 87,5. L'indice de fréquence dominance résulte de la somme de la fréquence relative (Fr) et le recouvrement relatif (Dr) soit $DF = FR + DR$.



La figure 1 : localisation du bloc expérimental au bloc IX.

3 Résultats

4 Caractérisation d'approches agrosylvicoles mises en place à Luki

- 5 Les approches agrosylvicoles mises en place à Luki ont été caractérisées par une récolte unique du type monocyclique des bois à valeurs commerciales (*Terminalia superba* à 50ans), le volume mobilisé est important, l'exploitation est suivie d'opérations sylvicoles d'amélioration et de régénération. La structure du peuplement est régularisée progressivement autour d'une même classe d'âge. La durée de la rotation est longue (>50 ans). Les méthodes de conversion s'adressent à des peuplements où la nécessité d'un volume commercialisable (bois d'œuvre, bois-énergie) important est incontournable. Les coupes sont de type monocyclique. En tenant compte d'itinéraires techniques déployés par les différentes méthodes sylvicoles mises à Luki, nous en dénombrons 7 approches agrosylvicoles. Il s'agit de :
- 6 Sylvo-bananier (*Terminalia superba* – *Musa acuminata* cult. 'Gros Michel'):
- 7 Le but du système sylvo-bananier implanté, de 1949 à 1956, dans la réserve de Biosphère de Luki était de régénérer artificiellement, par la méthode taungya, des plantations d'arbres. L'essence principale de reboisement était le *Terminalia superba*. Or 74 ans après son installation, on retrouve encore des cultures de bananiers sous ces limbas. Ce système agroforestier paraît donc durable et convient parfaitement pour les zones de transition de la Réserve de Biosphère de Luki, il a été à l'origine de l'implantation de 22 parcelles expérimentales appelées « blocs » ; et d'autre part, sur des considérations à la fois sylvicoles et agricoles qui aboutirent à l'élaboration des méthodes de conversion de la futaie ; méthodes dites « uniformisation par le bas (UB) » et « uniformisation par le haut (UH) ».
- 8 Sylvo-caféiers (*Terminalia superba* - *Coffea robusta* 'petit-Kwilu')
- 9 Les systèmes agroforestiers appliqués à Luki sont du type séquentiel dit en régie, il est basé sur un calendrier opérationnel, détaillé, qui organise et planifie l'ensemble des activités de la préparation du terrain, la plantation, l'entretien et la récolte par campagne agroforestière étalée sur l'ensemble de l'année. Ils font partie du système agrosylviculture (Torquebiau, 2000, 2007). La particularité de cette approche réside dans la combinaison sur les mêmes parcelles, des plantations agricoles (cultures vivrières et arbres fruitiers) et des plantations forestières d'essences précieuses commercialisables à long termes, d'espèces exotiques à croissance rapide (Peltier et al, 1993, 1994 et 1995, Harmand et al, 1997 et 2004).
- 10 Sylvo-Safoutiers (*Terminalia superba*- *Dacryodes edulis*)
- 11 La particularité de cette approche réside dans la combinaison sur les mêmes parcelles, des plantations agricoles de safoutiers (*Terminalia superba* et arbres fruitiers).
- 12 Sylvo-Cacaoyers (*Terminalia superba* *Theobroma cacao*)
- 13 C'est l'une des méthodes appartenant à la combinaison d'arbres et des cultures dans lesquelles la composante arborescente constitue un étage supérieur recouvrant des cultures (Lubalega et Mananga, 2018). La station de recherche forestière de INERA/Luki dispose des écosystèmes forestiers riches en biodiversité et est la mieux positionnée pour de raisons d'accessibilités et joue déjà un rôle important dans la préservation de la biodiversité sur le plan régional et international. Entre 1949 et 1956 elle a servi pour la mise en place de la méthode agrosylvicole de la conversion de la futaie présentée sous deux variantes, notamment l'uniformisation par le haut et l'uniformisation par le bas. Celles-ci ont conduit à la méthode Limba basée sur l'association de *Terminalia superba* avec de cultures pérennes : les bananiers, les caféiers, les cacaoyers, les safoutiers, les vergers etc.
- 14 Sylvo-vergers (*Terminalia superba*-mélanges d'arbres fruitiers)

- 15 En tenant compte d'itinéraires techniques déployés par les différentes méthodes sylvicoles mises à Luki. Les arbres fruitiers sont mis en cultures avec d'autres essences forestières dont la principale essence de reboisement est le *Terminalia superba*.
 - 16 Cultures agricoles sous couvert arboré (CASCA)
 - 17 L'approche des cultures agricoles sous le couvert arboré (CASCA), une variante de l'agroforestière dont les techniques de la jachère améliorée et la culture en couloirs ont été envisagées car non seulement elles apportent les fertilisants nécessaires au sol pour la production agricole, mais aussi elles produisent le bois de chauffe et de charbon de bois qui résoudraient le problème énergétique dans le Mayombe, particulièrement à Luki. Les cultures vivrières pratiquées sont celles qui vivent à l'ombre d'arbre (sciaphiles), soit hemisciaphytes ayant un cycle végétatif égal à un an.
 - 18 Régénération naturelle assistée
 - 19 Entre 1946 et 1959, d'importants programmes d'enrichissements par la régénération naturelle assistée ont été mis en œuvre. A cet effet, l'Institut National pour l'Étude Agronomique du Congo belge (INEAC) a mené plusieurs études pour la mise en place des techniques sylvicoles en milieu tropical particulièrement dans la RBL, en RDC, dont l'installation des parcelles de régénération naturelle assistée de *Prioria balsamifera* pas seulement pour enrichir la forêt en essence précieuse, mais aussi pour évaluer le potentiel de la régénération naturelle de cette même espèce (Donis, 1948). De cette manière, depuis l'installation de ces parcelles de régénération naturelle assistée, aucune évaluation n'a été faite pour déterminer le potentiel de régénération forestière naturelle et assistée (Campagna, 1996 ; Fischlin et al., 2006 ; Watson, 2009; IPCC, 2013).
 - 20 Paramètres structuraux
 - 21 La surface terrière de différents sites (13) mis en études a été caractérisée et soumises au test F de Fichier.
- La Figure 2 ci-après la variabilité de la surface terrière en m²/ha.

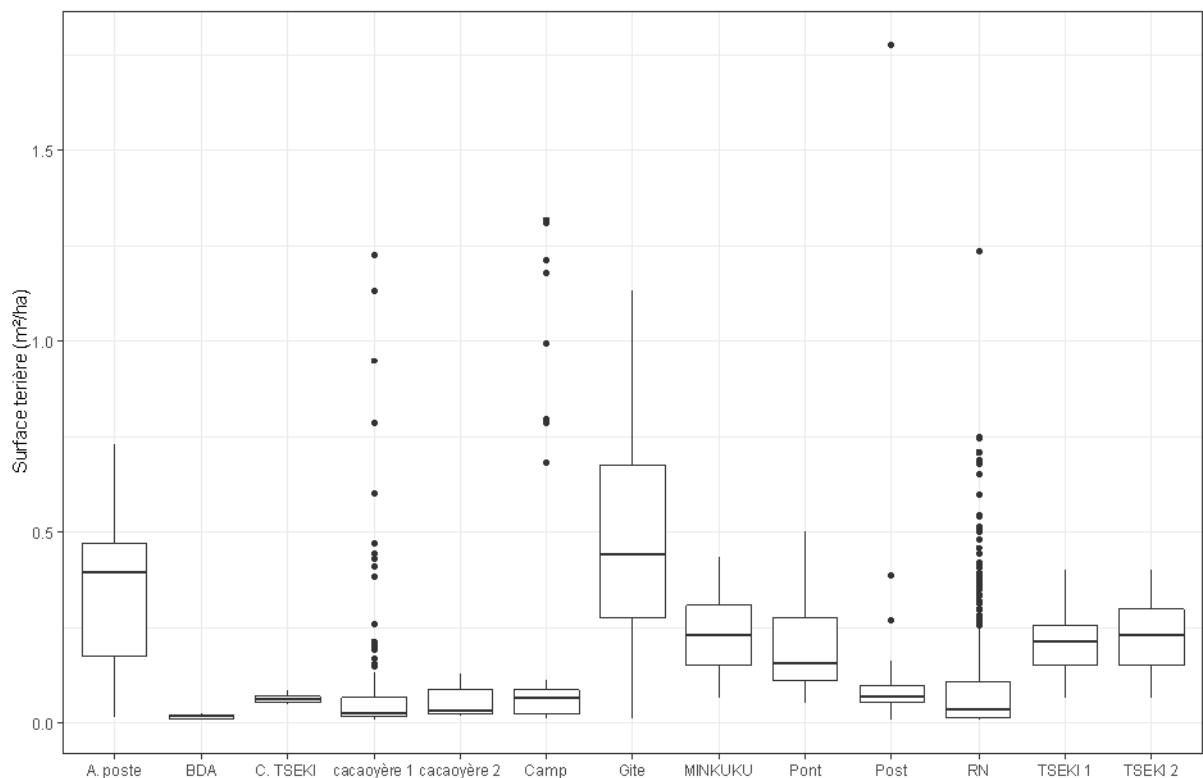


Figure 2 : Variabilité de la surface terrière au sein de différents sites d'études.

L'examen de la figure1 ci-haut montre une variabilité importante de la surface terrière en m²/ha au sein de treize différents sites d'études. La comparaison de moyenne de la surface terrière m²/ha deux à deux, en utilisant le test de Wilcoxon de différents traitements en étude a révélé un effet significatif selon les sites comparés entre eux. Le tableau 1 ci-dessous présente les discriminantes différences entre les sites d'études du test de Wilcoxon utilisant la somme de carré.

Tableau 1 : Comparaisons entre différentes sites d'études.

	A. poste	BDA	C. TSEKI	cacaoyère 1	cacaoyère 2	Camp	Gite	MINKUKU	Pont	Post	RN	TSEKI 1
BDA	1.3e-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C. TSEKI	6.0e-06	4.7e-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cacaoyère 1	2.7e-05	2.2e-05	8.2e-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cacaoyère 2	0.00510	0.01150	100.000	100.000	-	-	-	-	-	-	-	-
Camp	0.00420	7.5e-09	100.000	0.11807	100.000	-	-	-	-	-	-	-
Gite	100.000	4.5e-16	9.0e-15	< 2e-16	0.00121	2.6e-08	-	-	-	-	-	-
MINKUKU	0.37639	2.5e-16	< 2e-16	2.7e-15	0.00038	1.2e-08	1.7e-08	-	-	-	-	-
Pont	0.11067	5.9e-13	1.4e-09	4.0e-09	0.00907	6.8e-05	3.3e-07	0.77319	-	-	-	-
Post	3.6e-05	9.3e-10	0.55512	0.00602	100.000	100.000	4.7e-10	7.1e-09	0.00038	-	-	-
RN	1.3e-05	0.00055	0.51526	100.000	100.000	0.77319	< 2e-16	5.2e-16	8.3e-08	0.24141	-	-
TSEKI 1	0.20354	< 2e-16	< 2e-16	< 2e-16	0.00026	2.1e-10	3.0e-11	100.000	0.93834	3.9e-10	< 2e-16	-
TSEKI 2	0.28360	< 2e-16	< 2e-16	< 2e-16	0.00026	4.7e-10	2.8e-10	100.000	0.71089	6.1e-10	< 2e-16	100.000

Il ressort du tableau1 que les moyennes de traitements en comparaisons ont révélé un effet significatif en prenant en compte la surface terrière comme variable de paramètres structuraux. Le tableau 2 ci -dessous met en le nombre d'arbre par site et la surface terrière totale.

Tableau 2 : Nombre d'arbres (N) et surface terrière (G)

Sites	N	G (m ² ha ⁻¹)
A. poste	16	5,70
BDA	48	0,83
C. TSEKI	52	3,21
cacaoyère 1	134	12,71
cacaoyère 2	8	0,43
Camp	61	12,18
Gite	68	31,79
MINKUKU	54	12,49
Pont	35	6,81
Post	37	4,88
RN	401	40,29
TSEKI 1	79	17,55
TSEKI 2	72	16,45
Total général	1065	165,38

L'analyse du tableau 2 ci-dessus montre une variabilité de la surface terrière liée au Dhp d'individus présent dans chaque site d'échantillonnage. Le site RN a un nombre important

d'individus et une surface terrière plus importante. Il est suivi de Gîte, TSEKI1, TSEKI2, cacaoyère1, Minkuku, Camp, etc.

Discussion

La technique de « l'uniformisation par le haut » de DONIS et al. (1951), était une volonté de simplifier un écosystème quasiment inconnu dans l'espoir de maintenir sa productivité. Les efforts sylvicoles ont été concentrés sur un ensemble d'arbres, regroupés par taille. Dans le cas des éclaircies, telles que le « Monocyclic Shelterwood System », on a été obligé à provoquer la régénération naturelle de la forêt en remplaçant un peuplement naturel de composition mal maîtrisée par une régénération bien conduite au cours de laquelle seraient favorisées les essences particulièrement recherchées. Les efforts sylvicoles ont été donc concentrés sur un ensemble d'arbres regroupés par espèce. Les systèmes sylvo-bananier, Sylvo-caféiers (*Terminalia superba*-*Coffea robusta* 'petit-Kwilu'), Sylvo-Safoutiers (*Terminalia superba*-*Dacryodes edulis*), Sylvo-Cacaoyers (*Terminalia superba* *Theobroma cacao*), Sylvo-vergers (*Terminalia superba*-mélanges d'arbres fruitiers), Cultures agricoles sous couvert arboré (CASCA) et les autres qui ont été mis en place à Luki sont une application du système « taungya » (FAO, 2009, Atangana et al., 2014). Celui-ci consiste essentiellement à faire la culture d'essences forestières sur un terrain forestier préparé pour une culture agricole. La préparation du terrain est faite soit par un paysan, soit directement par un planteur ou par le Service Forestier qui y installe une culture industrielle ou une culture vivrière dans le but de réduire les coûts de la plantation forestière. La réussite de ce système dépend néanmoins de la demande des terres de culture, c'est-à-dire de la densité de la population. Or, au Mayombe, la disponibilité de terrains convenant à la culture bananière venait à manquer. Les planteurs industriels étaient donc disposés à passer des contrats d'entreprise, avec l'INEAC ou avec la Colonie pour la plantation de *Terminalia superba*. Actuellement, il a évolué en un système d'exploitation qui combine les cultures avec l'élevage et/ou les produits forestiers non-ligneux (ex:miel venant des apiculteurs de Luki et ses environs). Il apparaît à l'usage que la sylviculture en forêt naturelle demande une continuité d'efforts difficiles à mettre en œuvre. Les durées d'intervention nécessaires qui s'étalent sur des décennies sont rarement compatibles avec les moyens humains et matériels disponibles actuellement. Beaucoup d'opérations ont échoué du fait de l'absence de continuité au-delà de la décennie (Anonyme, 2015). Il est donc impératif d'adapter la sylviculture à ces contraintes de temps et de moyens pour la rendre plus réaliste. Par ailleurs, la diversité de la composition des forêts denses induit une forte résistance à des sylvicultures trop dirigistes. Il s'avère difficile de modifier durablement la structure des peuplements naturels dans le sens de la futaie régulière. La dynamique de la régénération est mal connue (Anonyme, 2015). Il est impossible de prévoir la composition floristique future d'une parcelle donnée dans l'état actuel des connaissances et de l'orienter dans une direction donnée. Les systèmes agroforestiers appliqués à Luki sont du type séquentiel dit en régie, il est basé sur un calendrier opérationnel, détaillé, qui organise et planifie l'ensemble des activités de la préparation du terrain, la plantation, l'entretien et la récolte par campagne agroforestière étalée sur l'ensemble de l'année. Ils font partie du système agrosylviculture (Torquebiau, 2000, 2007). La particularité de cette approche réside dans la combinaison sur les mêmes parcelles, des plantations agricoles (cultures vivrières et arbres fruitiers) et des plantations forestières d'essences précieuses commercialisables à long termes, d'espèces exotiques à croissance rapide (Peltier et al, 1993, 1994 et 1995, Harmand et al, 1997 et 2004). La méthode taungya a été largement diffusée dans toute la zone intertropicale. Elle consiste en un contrat passé entre des agriculteurs et le service forestier ou le propriétaire de la terre. Dans ce contrat, des parcelles de terrain sont mises à la disposition

des agriculteurs, soit non travaillés, soit déjà labourés, ce qui représente une incitation majeure pour le cultivateur. En contrepartie, celui-ci plante les arbres qui lui sont fournis et en assure la protection. Il réalise des cultures intercalaires en préservant une zone d'un mètre carré autour des plants, zone qu'il désherbe lors du sarclage des cultures. L'agriculteur rend la terre au propriétaire dès que les arbres font trop d'ombrage et réduisent les rendements agricoles. Le propriétaire autorise parfois l'agriculteur à élaguer les arbres afin de prolonger la période de cultures d'un an ou deux. C'est un contrat gagnant-gagnant : pour le propriétaire, les plantations sont réalisées et entretenues à moindre coût ; pour l'agriculteur, il dispose de terres et peut soit augmenter ses surfaces cultivées et ses productions, soit en profiter pour mettre ses terres en jachère. Le principe taungya a cependant été très critiqué, car il maintient les agriculteurs dans une certaine pauvreté en ne leur permettant pas d'avoir la propriété de la terre.

Conclusion

Les systèmes agrosylvicoles appliqués à Luki sont similaires aux pratiques agroforestières du type séquentiel dit en régie, il est basé sur un calendrier opérationnel, détaillé, qui organise et planifie l'ensemble des activités de la préparation du terrain, la plantation, l'entretien et la récolte par campagne agroforestière étalée sur l'ensemble de l'année. Ils sont assimilés et font partie du système agrosylviculture. La particularité de cette approche réside dans la combinaison sur les mêmes parcelles, des plantations agricoles (cultures vivrières et arbres fruitiers) et des plantations forestières d'essences précieuses commercialisables à long terme. La durée de rotation est longue et supérieure à 50 ans et constitue le type de méthodes sylvicoles monocyclique. L'examen de la composition floristique réalisé au cours des inventaires floristiques et dendrométriques a révélé une régénération forestière caractérisée par une importance relative des Fabaceae, Euphorbiaceae et la dominance des Rubiaceae qui montrent une évolution de recrûs forestiers et forêts secondaires.

Remerciements

Les auteurs adressent leur gratitude à l'équipe forestière de l'INERA Luki, qui a bien voulu mettre ses compétences à leur disposition, dans l'identification des noms scientifiques.

REFERENCES

- [1] □ White, L. J. T., & Edwards, D. S. (2001). *Conservation research in the African rain forests: A review of the biological and socio-economic issues*. UNESCO.
- [2] □ Nasi, R., Wunder, S., & Campos, J. J. (2011). *Forest ecosystem services: Can they pay their way?* CIFOR Occasional Paper No. 35.
- [3] □ Pérot, T., & Vallet, P. (2012). *Structure et dynamique des peuplements forestiers irréguliers*. Revue Forestière Française, 64(1), 15–30.
- [4] □ Grossiord, C., Granier, A., Gessler, A., Jucker, T., Bonal, D., & Leuzinger, S. (2015). *Tree diversity does not always promote carbon storage in tropical forests*. Nature Ecology & Evolution, 1, 1–6.
- [5] □ Lubalega, T. K., Angoboy, B. I., & Kizungu, R. V. (2018). *Plantes mellifères de la réserve de biosphère de Luki*. In Biodiversité des écosystèmes intertropicaux (pp. 327–344). IRD Éditions.
- [6] □ Lubalega, T. K., & Mananga, D. (2018). *Approches agrosylvicoles et résilience climatique dans la RBL*. Rapport technique, INERA-Luki.

- [7] □ Trefon, T., et al. (2019). *Gouvernance et environnement en RDC : enjeux et perspectives*. L'Harmattan.
- [8] □ Bernard, F., & Gélinas, N. (2014). *La déforestation dans le Mayombe : causes et impacts*. Études rurales, 193, 45–62.
- [9] □ Lubini, J. (1997). *Typologie forestière de la RBL*. INERA Publications.
- [10] □ Angoboy, B. I., Lubalega, T. K., & Kizungu, R. V. (2019). *Contribution des fermes agroforestières locales à la gestion durable de la RBL*. Université de Kinshasa.
- [11] □ Nyange, M. (2014). *Évaluation de la pression anthropique sur les ressources forestières de Luki*. Mémoire de Master, UNIKIN.
- [12] □ Anonyme. (2015). *Rapport sur la déforestation en RDC*. Ministère de l'Environnement et Développement Durable.
- [13] □ Bellow, J. G., & Nair, P. K. R. (2003). *Comparative carbon stock estimation in agroforestry systems*. Agroforestry Systems, 57(1), 1–11.
- [14] □ Atangana, A., Khasa, D., & Chang, S. (2014). *Tropical Agroforestry*. Springer.
- [15] □ Tutula, M. (1968). *Étude pédologique des sols ferrallitiques de Luki*. INEAC.
- [16] □ Mukendi, J. (1973). *Caractérisation des sols du Mayombe*. INERA.
- [17] □ Hubau, W. (2013). *Dynamique forestière et climat en Afrique centrale*. Thèse de doctorat, Université de Gand.
- [18] □ Duvigneaud, P. (1949). *Les écosystèmes forestiers tropicaux*. Masson.
- [19] □ White, F. (1983). *The vegetation of Africa: A descriptive memoir to accompany the UNESCO/AETFAT/UNSO vegetation map of Africa*. UNESCO.
- [20] □ Lubini, J. (2003). *Typologie écologique des forêts de Luki*. INERA.
- [21] □ Belesi, M. (2009). *Inventaire floristique de la RBL*. Mémoire de DEA, UNIKIN.
- [22] □ Dansereau, P., & Lems, K. (1957). *Classification écologique des diaspores*. Ecology, 38(1), 1–6.
- [23] □ Evrard, C. (1968). *La forêt dense humide du Congo*. INEAC.
- [24] □ Donis, C. (1948). *Méthodes de régénération naturelle assistée en forêt tropicale*. INEAC.
- [25] □ Donis, C., et al. (1951). *Uniformisation par le haut et par le bas : techniques sylvicoles en Afrique centrale*. INEAC.
- [26] □ Campagna, M. (1996). *Évaluation de la régénération naturelle en forêt tropicale*. CIRAD.
- [27] □ Fischlin, A., Midgley, G. F., Price, J. T., Leemans, R., Gopal, B., Turley, C., Rounsevell, M. D. A., et al. (2006). *Ecosystems, their properties, goods, and services*. In IPCC AR4 WGII.
- [28] □ Watson, R. T. (2009). *Forest resilience, biodiversity, and climate change*. CBD Technical Series No. 43.
- [29] □ IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press.
- [30] □ Torquebiau, E. (2000). *Agroforesterie : entre science et pratique*. CIRAD.
Torquebiau, E. (2007). *L'agroforesterie en Afrique tropicale*. Revue Tiers Monde, 190(2), 345–362.
- [31] □ Peltier, R., et al. (1993). *Essais de plantations forestières en Afrique centrale*. CIRAD. Peltier, R., et al. (1994). *Croissance des essences forestières en zone tropicale humide*. CIRAD. Peltier, R., et al. (1995). *Gestion durable des plantations forestières*. CIRAD.
- [32] □ Harmand, J. M., et al. (1997). *Systèmes agroforestiers et fertilité des sols en Afrique centrale*. CIRAD. Harmand, J. M., et al. (2004). *Agroforesterie et conservation des sols*. CIRAD.