



Revue de littérature sur les bananiers (*Musa spp.*) et les différents systèmes culturaux [Review of the literature on banana (*Musa spp.*) and different cropping systems]

Jean Christian Bangata Bitha nyi Mbunzu^{1,*}, Syntyche Bitha Gende¹, Francklin Ngwibaba Ansuele^{1,2},
Patrick Ngenelo Ngbengbu¹, Patrick Mobambo Kitume Ngongo¹

¹ *Département de Phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, BP. 117 Kinshasa XI, République Démocratique du Congo.*

² *Laboratoire national de semences, Bureau Analyse et certification, Service National de Semences (SENASEM), Kinshasa, République Démocratique du Congo.*

Résumé

La sécurité alimentaire en Afrique est soumise à de nombreuses incertitudes au regard des statistiques actuelles qui révèlent une dégradation de la productivité pour les plantes vivrières locales notamment le manioc, le maïs, le plantain, etc. Avec une production globale de 8 millions de tonnes en Afrique centrale et de l'Ouest, les bananiers ont une place centrale dans la réalisation de la sécurité alimentaire régionale et particulièrement celle de certaines villes. C'est dans cette optique que ce travail vise la promotion de la culture de bananiers par : une brève présentation de culture et une analyse de différentes techniques de cette culture dans les différentes zones de production en RDC. Les résultats obtenus suivant la méthode documentaire révèlent que la culture de bananiers est très répandue en RDC, surtout dans les zones forestières et dans les savanes où les paysans continuent à employer les méthodes traditionnelles de production. Du point de vue systèmes de culture pratiqués en zone montagneuse de l'Est du pays, les bananiers sont cultivés presque par toutes les familles sous plusieurs systèmes entre autres, les cultures de case, en champs par association ou en monoculture... A l'Ouest, les bananiers sont particulièrement importants dans les zones forestières où ils constituent le système « sylvo-banancier », tandis que dans les zones de savane, ils constituent une culture de case. Les principales contraintes identifiées sont le manque de matériel de propagation amélioré, la non maîtrise des pratiques culturales, les maladies et ravageurs, la pauvreté des sols, etc.

Mots-clés : Aperçu, Systèmes culturales, production, sylvo-banancier, RDC.

Abstract

Food security in Africa is subject to many uncertainties, with current statistics revealing deterioration in productivity for local food crops such as cassava, maize and plantain. With an overall production of 8 million tonnes in Central and West Africa, bananas play a central role in achieving regional food security, particularly in certain cities. With this in mind, this study aims to promote the cultivation of bananas by means of a brief presentation of the crop and an analysis of the various banana-growing techniques used in the various production zones of the DRC. The results obtained using the documentary method reveal that banana cultivation is widespread in the DRC, especially in forest and savannah areas where farmers continue to employ traditional production methods. From the point of view of cropping systems in the mountainous eastern part of the country, bananas are grown by almost all families under a variety of systems, including hut cultivation, intercropping or monocropping... In the west, bananas are particularly important in forest areas, where they make up the "sylvo-banana" system, while in savannah areas; they are grown as a hut crop. The main constraints identified are the lack of improved propagation material, poor cultivation practices, diseases and pests, poor soils, etc.

Keywords: Overview, Cropping systems, production, sylvo-banana, DRC.

1. Introduction

*Auteur correspondant: Jean Christian Bangata Bitha nyi Mbunzu (jeanchristian.bangata@unikin.ac.cd) Tél. : (+243) 829 288 880

Reçu le 08/03/2023; Révisé le 25/04/2023 ; Accepté le 15/05/2023

<https://doi.org/10.59228/rcst.023.v2.i1.29>

Copyright: ©2023 Bangata et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

La culture de bananiers occupe une place importante dans la vie de l'homme en général et du paysan en particulier⁴. Son importance se manifeste aussi bien sur le plan alimentaire, socio-économique, culturel qu'environnemental (Ndungo, 2008).

Il produit un fruit qui est consommé cru après maturation, appelé banane douce, banane dessert ou banane de table. Les bananes douces sont les fruits les plus importants des régions tropicales et les plus consommés dans le monde tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des tropiques. Sur le plan de commerce mondial des fruits, la banane occupe la première place en chiffre d'affaires (Frisson et Sharrock, 1999). Quant au plantain, il constitue l'un des aliments de base de beaucoup de populations d'Afrique centrale, en général, et de la République Démocratique du Congo (RDC) en particulier. Le plantain est généralement consommé après cuisson et joue un rôle important dans la structure sociale des nombreuses communautés rurales car, dans la plupart des cas, il devient l'unique source de revenus (Tollens, 2004).

En RDC, le plantain et le bananier sont produits sous différents systèmes de culture, à savoir les cultures de case, les cultures en champs, en association ou en monoculture. Parmi ces systèmes, le plus durable est celui de cultures de case du fait que les plantes qui y sont cultivées produisent pendant plusieurs cycles et sont moins affectées par les insectes et maladies que celles qui sont cultivées en champs (Mobambo et al., 1994). Ce système est celui qui est pratiqué par les paysans où ils apportent les déchets de cuisine et de récolte, les matières fécales et autres formes de matières organiques pour la nutrition des plantes. Les cultures de case sont effectuées derrière la maison et sur une petite échelle. Le bassin du Congo constitue notamment un des pôles importants du plantain et le deuxième centre de diversité dans le monde après l'Asie (Mobambo et al., 2010).

En RDC, les bananiers et plantains sont cultivés sur différentes altitudes et sont associés à plusieurs plantes surtout dans des petites exploitations. Ils sont cultivés essentiellement pour l'autoconsommation, jouant ainsi un rôle important dans la sécurité

alimentaire de la population dans les différentes zones agroécologiques. (Dhed'a Djailo et al., 2019).

Le but poursuivi est la promotion de la culture durable du bananier et du plantain en RDC. Spécifiquement, ce travail vise à faire une brève présentation de la culture du bananier et plantain et les conditions de sa culture; Analyser les différentes méthodes et techniques de cette culture dans les différentes zones de production en RDC.

Les articles retenus pour la revue de la littérature étaient en anglais et en français après sélection sur les moteurs de recherche Google scholar, PubMed de 2010 à 2021. Tous les articles liés aux bananiers traitant des systèmes culturaux particulièrement de l'agroforesterie ont été inclus dans cette revue de la littérature.

2. Littérature

2.1. Le Bananier

2.1.1. Origine, Aire de culture et classification

o Origine

Le centre d'origine de tous les bananiers et plantains s'étend de l'Asie du Sud-Est plus précisément dans une région limitée à l'Ouest par l'Inde et à l'Est par l'amont de l'Océan Pacifique. A partir de cette région, les bananiers se sont répandus à l'Est de l'Amérique du sud mais surtout à l'Ouest du Madagascar/Zanzibar à travers les migrations indo-malaysiennes. Les bananiers ont aussi été répandus par les Arabes et les Portugais le long de la côte Est de l'Afrique d'où ils ont traversé les Pays de l'Afrique centrale jusqu'en Afrique de l'Ouest (Dhed'adjailo et al., 2011).

Cependant, à cause de la longue histoire de la mise en culture des bananiers en Afrique, les mutations ont provoqué une importante augmentation de la variabilité en Afrique. Cette variabilité ne peut pas être la conséquence des croisements car les bananiers arrivés en Afrique étaient stériles. Les centres de diversité du bananier étaient l'Afrique de l'Est pour les bananiers d'altitude et l'Afrique centrale et de l'Ouest pour les bananiers plantains. A ce jour, 119 cultivars de plantain sont identifiés en Afrique occidentale et centrale et plus de 70 cultivars de bananier d'altitude en Afrique de l'Est, de sorte que

*Auteur correspondant: Jean Christian Bangata Bitha nyi Mbunzu (jeanchristian.bangata@unikin.ac.cd) Tél. : (+243) 829 288 880

Reçu le 08/03/2023; Révisé le 25/04/2023 ; Accepté le 15/05/2023

<https://doi.org/10.59228/rcst.023.v2.i1.29>

Copyright: ©2023 Bangata et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ces régions peuvent être considérées comme les centres secondaires de variation de ces groupes de bananiers. Seuls quelques cultivars de plantain et de bananier d'altitude se présentent en Asie du Sud-Est et en Amérique latine (Swennen et Vuylsteke, 2001; Dhed'adjailo et al., 2011).

Les bananiers plantains étaient connus en RDC avant le 16^{ème} siècle, époque à laquelle les négriers les trouvèrent chez les indigènes riverains du fleuve Congo (Dhed'adjailo et al., 2011).

○ Aire de culture

Les différents types de bananiers sont cultivés dans diverses écorégions d'Afrique. Les bananiers d'altitude sont surtout cultivés dans les régions d'altitude de l'Afrique de l'Est (Ouganda, Rwanda, Burundi, est du Congo-Kinshasa, nord de la Tanzanie et ouest du Kenya) près des villages et dans des champs permanents. La production de bananes ougandaise équivaut à la production mondiale de bananes de dessert destinées à l'exportation; la production totale des régions d'altitude de l'Afrique orientale est deux fois aussi importante. Les plantains sont produits dans des jardins familiaux ou associés à d'autres cultures vivrières, dans des systèmes de cultures itinérantes. Ils prédominent sur les basses terres des tropiques humides au Congo-Kinshasa, au Congo-Brazzaville, au Gabon, au Cameroun, au Nigeria, au Gharia, en Côte d'Ivoire, en Guinée et au Liberia.

Plus de 90% des bananes produites en Afrique sont consommées localement. Près de 50% de la production africaine se composent de bananes d'altitude et de bananes à cuire et à bière; les plantains représentent 32% et les bananes de dessert 8%. L'Afrique est le seul continent à produire de grandes quantités de bananes d'altitude et 46% de la production mondiale de plantains y sont réalisés (Swennen et Vuylsteke, 2001).

La Côte d'Ivoire et le Cameroun exportent d'importantes quantités de bananes de dessert vers l'Europe.

○ Classification

a) Classification systématique

Les bananiers sont des plantes monocotylédones de la famille *Musaceae* de l'ordre des Zingiberales. Botaniquement, ils s'apparentent aux *Cannaceae* (Genre *Canna*), *Lowiaceae* (Genre *Orchidantha*),

Marantaceae (Genre *Maranta*), *Strelitziaceae* (Genres *Strelitzia* et *Ravenala*) et les *Zingiberaceae* (Genres *Zingiber*, *Alpinia*, *Curcuma* et *Hectychium*). Les deux genres de *Musaceae* (*Musa* et *Ensete*) sont cultivés en Afrique. Les bananiers sont cultivés dans toute l'Afrique, mais l'ensete (également nommé faux bananier) est surtout cultivé sur les hautes terres d'Ethiopie (Swennen et Vuylsteke, 2001).

Le genre *Musa* comprend cinq sections: *Australimusa* (n = 10), *Callimusa* (n = 9 ou 10), *Rodochlamys* (n = 11), *Eumusa* (n = 11) et *Ingentimusa* (n = 14). Tous les bananiers cultivés en Afrique appartiennent à la section *Eumusa*. Par ordre d'importance décroissante, il s'agit de bananes d'altitude à cuire (Matooke) et à bière (génome AAA), de plantains (AAB), de bananes de dessert (AAA, AAB, AB et AA) et de bananes à cuire (ABB). En pratique, le système de notation et la classification associée ne sont pas aussi simples que l'implique le système de nommage de Simmonds et Shepherd. Par exemple, un membre du groupe AAB devrait avoir une note d'environ un tiers de l'écart entre *Musa acuminata* et *Musa balbisiana* (c'est-à-dire environ 35) si un tiers de ses chromosomes proviennent de *Musa balbisiana*.

Les cultivars de bananiers sont nombreux, et souvent désignés par de nombreux synonymes, ce qui a conduit à les classer en groupes. Presque toutes les variétés cultivées (cultivars) modernes de bananes et plantains comestibles sont des hybrides polyploïdes de deux espèces de bananiers sauvages à graines, *Musa acuminata* et *Musa balbisiana*. Les bananiers cultivés sont presque toujours parthénocarpiques (sans graines) et donc stériles, et sont donc propagés par voie végétative. Ils sont classés en groupes selon un système basé sur le génome introduit en 1955 par Ernest Cheesman, Norman Simmonds et Kenneth Shepherd, qui indique le degré de l'héritage génétique de deux parents sauvages et le nombre de chromosomes (ploïdie). Les fruits des cultivars dérivés de *Musa acuminata* sont plus susceptibles d'être utilisés comme bananes de dessert, tandis que ceux dérivés de *Musa balbisiana* et les hybrides des deux espèces produisent généralement des bananes plantains ou bananes à cuire (Swennen et Vuylsteke, 2001; Bakry et al., 2005).

Les bananiers ont été classés à l'origine par Linné dans deux espèces, qu'il appela *Musa paradisiaca* qui donne les bananes à cuire (ou plantains), et *Musa sapientum* qui donne les bananes de dessert. Le principal centre de diversité des bananiers cultivés est l'Asie du Sud-Est. L'exploration botanique de cette zone a conduit à nommer de nombreuses autres espèces, ainsi que des sous-espèces et des variétés. Cependant, cette approche s'est avérée insuffisante pour traiter le grand nombre de variétés cultivées (cultivars) qui ont été découvertes, et par la suite beaucoup de noms de variétés se sont avérés être des synonymes (Bakry et al., 2005).

b) Classification génomique

La configuration du génome se rapporte aux espèces sauvages *M. acuminata* Colla et *M. balbisiana* Colla, respectivement à l'origine des génomes A et B. *M. acuminata* et *M. balbisiana* diffèrent essentiellement sur 15 points: 2 caractéristiques végétatives (couleur du pseudo-tronc et forme du canal du pétiole) et 3 caractéristiques génératives (pilosité du pédoncule; dimension du pédicelle; nombre de rangées d'ovules; épaulement, frisure, forme et apex de la bractée; couleur des deux côtés de la bractée; cicatrices de la bractée; ondulation et couleur des fleurs mâles et couleur du stigmate). Des notes intermédiaires suggèrent une ascendance mixte : par exemple, pour la note 45 on pourrait s'attendre à des diploïdes avec des contributions génétiques égales de deux espèces (Bakry et al., 2005). Les groupes sont ensuite nommés en utilisant une combinaison des lettres « A » et « B ». Le nombre de lettres indique la ploïdie ; la proportion de « A » et de « B » la contribution des espèces ancestrales. Le groupe AAB, par exemple, comprend des cultivars triploïdes avec un héritage génétique venant plus de *Musa acuminata* que de *Musa balbisiana*. La note attendue pour les membres de ce groupe est de 35 environ. À l'intérieur des groupes, les cultivars peuvent être répartis en sous-groupes et recevoir alors un nom tel que, *Musa* Groupe AAA (Sous-groupe Cavendish) "Robusta" (Swennen et Vuylsteke, 2001).

Les groupes sont ensuite nommés en utilisant une combinaison des lettres « A » et « B ». Le nombre de lettres indique la ploïdie ; la proportion de « A » et de « B » la contribution des espèces ancestrales. Le groupe AAB, par exemple, comprend des cultivars

triploïdes avec un héritage génétique tenant plus de *Musa acuminata* que de *Musa balbisiana*. La note attendue pour les membres de ce groupe est de 35 environ. À l'intérieur des groupes, les cultivars peuvent être répartis en sous-groupes et recevoir alors un nom tel que, par exemple *Musa* Groupe AAA (sous-groupe Cavendish) "Robusta".

Tableau 1 : Caractères utilisés pour la classification de cultivars de bananiers cultivés (Bakry et al., 2005).

Caractères utilisés pour classer les cultivars de bananiers dérivés de <i>Musa acuminata</i> et <i>Musa balbisiana</i>		
Caractéristiques	<i>Musa acuminata</i>	<i>Musa balbisiana</i>
Couleur du pseudo-tronc	très marqué de taches noires ou brunes	non marqué ou taches légères
Canal pétiole	Bordures érigées, ou étalées avec des ailes scarifiées en dessous, non attachées au pseudo-tronc	Bordures incrustées, sans ailes en dessous, attachées au pseudo-tronc
Pédoncule	hérissé de poils fins	glabre
Pédicelle	Courte	longue
Ovule	deux rangées régulières dans chaque loge	quatre rangées irrégulières dans chaque loge
Endossement de la bractée	élevé (< 0,28)	bas (> 0,30)
Courbure de la bractée	bractées s'enroulant après l'ouverture	bractées persistantes, mais non enroulées après l'ouverture
Forme de la bractée	lancéolée ou strictement ovale à partir de l'insertion	généralement ovale
Sommet de la bractée	Aigu	obtus
Couleur de la bractée	Rouge foncé, gris violet ou jaune à l'extérieur, rose, gris violet ou jaune à l'intérieur	nettement brun-violet à l'extérieur, rouge pourpre à l'intérieur
Décoloration	décoloration en jaune de l'intérieur des bractées vers la base	pas de décoloration
Dégénérescence de la bractée	variablement ondulée en dessous de la cime	à peine notable
Tépales libres des fleurs mâles	nombreux plis variables sous l'apicule	ondulé
Couleur des fleurs mâles	blanc ou crème	rouge rosâtre
Couleur des stigmates	Orange ou jaune brillant	Crème, jaune clair ou rose clair

En pratique, le système de notation et la classification associée ne sont pas aussi simples que

Les « plantains vrais » sont un groupe de variétés cultivées (cultivars) du genre *Musa* (bananes et plantains) placé dans le sous-groupe Plantain du groupe de génome AAB. Le terme « plantain » a aussi d'autres acceptions. Il peut s'appliquer à tous les cultivars dont les fruits sont normalement consommés après cuisson, plutôt que crus (cf. banane plantain), ou aux membres de certains autres sous-groupes de cultivars de bananiers, tels que les plantains du Pacifique (Bakry et al., 2005).

c) Classification selon la forme des doigts

A part cette classification, on trouve chez les plantains en fonction de la forme des doigts (fruits), les cultivars suivants :

1. **French**: le régime est composé de plusieurs mains et dont le bourgeon mâle est persistant jusqu'à la récolte.
2. **Faux cornes**: le régime est composé de plusieurs mains (nombre inférieur au 1^{er} type) et le bourgeon mâle persiste pendant la croissance et disparaît à la récolte.
3. **Cornes** : le nombre de mains sur le régime est réduit, les doigts, beaucoup sont plus grands que les 2 premiers types et le bourgeon mâle disparaît à la récolte.
4. **Vraies cornes** : le nombre de mains sur le régime est très réduit et dans certains cas on peut trouver un doigt sur le régime.

Il existe ainsi parmi les bananiers cultivés, des diploïdes, triploïdes et tétraploïdes, mais la majeure partie des bananiers alimentaires sont triploïdes. Selon que le fruit est consommé cru ou après cuisson, les bananiers à fruits comestibles sont classés en bananiers sucrés, dessert ou de table et à cuire. Ces deux groupes se distinguent notamment par le fait qu'à la maturation, l'hydrolyse de l'amidon en sucre est lente chez la banane à cuire et est rapide chez la banane sucrée (Bakry et al., 2005).

I.2. Description botanique de la plante

Le bananier est une herbe géante qui n'a pas de tronc. Ce qui est souvent appelé tronc est simplement un ensemble de gaines foliaires très serrées, donc un faux-tronc ou une fausse tige (le terme pseudo-tige est plus approprié sur le plan botanique).

I.2.1. Corne et racines

Le corne est la partie souterraine du bananier. Sa forme dépend du cultivar, mais est généralement ronde. A son sommet, il porte le méristème apical ou point végétatif d'où les feuilles se développent vers le haut et le tissu de la tige vers le bas. Bien que souterrain, le corne constitue la vraie tige de la plante. Le méristème apical reste enfoui ou au niveau du sol durant la croissance végétative, mais monte rapidement après l'initiation florale. Les nouvelles feuilles se développent au centre à partir du méristème en repoussant les feuilles plus anciennes vers l'extérieur. Celles-ci meurent ensuite et se désintègrent en exposant les nœuds et entre-nœuds (apparents sur les cornes déracinées). Les bases des feuilles n'étant pas gonflées, les cornes ne sont pas assimilées à des bulbes (Swennen et Vuylsteke, 2001).

Les racines traversent le tissu du cortex et pénètrent dans le sol. Emises périodiquement, probablement en 3 ou 4 vagues, la plupart des racines sont formées dans les 4 mois qui suivent la plantation. Elles s'étendent horizontalement dans la couche des 50 cm supérieurs du sol et poussent de 1 à 4 cm par jour. Les racines saines sont blanches et charnues. Elles peuvent atteindre une épaisseur de 1 cm et une longueur de 3 m à 4 m. Leur ramification est stimulée par une bonne aération, mais dépend aussi du génotype (Swennen et Vuylsteke, 2001).

Des phytorégulateurs interviennent apparemment dans ce processus. Le méristème apical et les jeunes tissus adjacents produisent des quantités relativement importantes d'auxine, un agent de croissance qui se déplace vers le bas (déplacement basipète). Les racines produisent de la cytokinine, un agent de croissance qui se déplace vers le haut (déplacement acropète). L'inhibition du développement des bourgeons latéraux diminue quand le rapport cytokinine/auxine augmente. C'est pourquoi ils deviennent de plus en plus grands au fur et à mesure que s'éloigne l'apex. La dominance apicale disparaît quand le méristème apical se transforme en inflorescence ou quand il est enlevé (Swennen et Vuylsteke, 2001).

Les bourgeons latéraux deviennent des rejets, qui constituent en fait les branches du tronc principal. Comme ces rejets deviennent de nouvelles plantes à fruit, le bananier peut être considéré comme une

plante vivace. On sélectionne un rejet pour succéder à la plante mère. La formation de rejets est extrêmement lente chez le plantain.

Un à trois rejets peut déjà se développer activement avant la floraison. De ce fait, le second cycle (période entre la récolte sur la plante mère et celle sur son premier rejet) de ces bananiers est plus court que le premier (période entre la plantation du bananier et la première récolte). Le développement du rejet connaît différents stades. Un "œil" est un méristème apparu récemment sur le corme. Cet œil gonfle et prend l'aspect d'un cône, le bourgeon, en développant des ébauches foliaires, c'est-à-dire des feuilles sans ou pratiquement sans limbes. Un "œilleton" est un grand bourgeon vert qui vient d'émerger à la surface du sol. Un rejet de 50 à 150 cm de haut à feuilles lancéolées est un "rejet baïonnette". Un rejet de plus de 100 cm à grandes feuilles est appelé "rejet sevré". Un rejet baïonnette est encore inhibé par la plante mère, tandis qu'un rejet sevré ne subit plus aucune influence et se développe de manière indépendante. Un "rejet chou" est un petit rejet à grandes feuilles mais à corme réduit du fait d'une mauvaise liaison souterraine avec la plante mère (Swennen et Vuylsteke, 2001).

Les cornes des rejets se développent généralement à quelques centimètres de la corme principale, car le développement horizontal souterrain du bananier est très limité. Un bananier portant des fruits est donc entouré de petites plantes ou de rejets. Cet ensemble végétal est nommé "touffe". Étant donné le faible développement horizontal, la partie souterraine du bananier ne peut être qualifiée de "rhizome" (Kwa, 2009 ; Dhed'adjailo *et al.*, 2011).

Un rejet passe par 4 stades de développement:

1. **Ouilleton**: un gonflement en blanc
2. **Rejet-écailles** «peeper» : rejet de couleur brun-rouge portant des feuilles en écailles
3. **Rejet « baïonnette »**: rejet de 50 à 150 cm de haut, avec de grands yeux et possédant des feuilles lancéolées. Ce rejet est très apprécié.
4. **Rejet « demoiselle »**: rejet de plus de 100 cm de haut, à feuilles larges.

La croissance des rejets dépend initialement de l'approvisionnement en éléments nutritifs, en eau, en hormones et en produits de photosynthèse provenant

du pied-mère. Les relations entre le pied-mère et ses rejets et entre les rejets frères sont des interactions hormonales et nutritives.

Le fait de garder plusieurs rejets, parfois jusqu'à un stade avancé, entraîne une compétition pour l'alimentation et surtout un certain blocage du développement des uns et des autres (Dhed'adjailo *et al.*, 2011).

La suppression très précoce de la compétition entre les rejets améliore la croissance et le développement du rejet sélectionné comme le successeur. Le système racinaire peut aller jusqu'à 50-70 cm de profondeur, mais se retrouve plus souvent entre 40 et 60 cm de profondeur. Cependant, les racines peuvent parfois aller jusqu'à 3 m latéralement, en longeant les parties riches en matières organiques près de la surface du sol. Ce qui est confirmé est que l'émergence de la racine cesse à la floraison (Temple, 2002).

2.1.2. Pseudo-tronc et feuilles

Le pseudo-tronc cylindrique est porté par la corme. Une feuille se compose de trois parties: une gaine foliaire ou pétiole élargi, un pétiole et un limbe. Les gaines foliaires des feuilles successives s'enroulent les unes dans les autres et constituent ainsi une structure compacte cylindrique, nommée pseudo-tronc. Le vrai tronc (la corme) se trouve sous le méristème apical dans le sol. Les bananiers d'altitude et les bananiers à fruits de dessert ont un pseudo-tronc vert à vert foncé avec taches noires très marquées; celui des bananiers plantains est vert jaunâtre avec de petites taches noir brunâtre (Swennen et Vuylsteke, 2001).

La gaine foliaire se transforme en pétiole à l'endroit où elle se rétrécit et commence à se diriger en direction opposée au pseudo-tronc. Le pétiole présente une section transversale semblable à celle d'une gaine foliaire, sauf qu'il est nettement arrondi à la face inférieure et cannelé à la face supérieure. Le canal du pétiole est presque fermé (génome B) chez les plantains et ouvert (génome A) chez les bananiers d'altitude et les bananiers à fruits de dessert (Swennen et Vuylsteke, 2001; Bakry *et al.*, 2005).

Les nouvelles feuilles naissent au centre du sommet du pseudo-tronc, lequel s'allonge de 1 cm environ par jour. Chaque nouvelle feuille repousse les feuilles plus anciennes de côté et le pseudo-tronc,

formé par les gaines foliaires qui chevauchent, grossit. Lorsqu'elle émerge, la feuille se présente comme deux moitiés de limbe enroulées (la moitié droite est enroulée dans la gauche) qui forment ensemble ce que l'on appelle le "**cigare**". Sur les plantes qui se développent vigoureusement, le cigare commence à se dérouler dès que son pétiole apparaît et expose en même temps le bout du cigare suivant. La nouvelle feuille se dresse à la verticale, mais s'affaisse avec le temps. Elle passe à la position horizontale, puis à la subhorizontale et se fane ensuite, après quoi le limbe et le pétiole se désintègrent rapidement. La gaine pourrit lentement (Swennen et Vuylsteke, 2001).

Tous les 7 à 10 jours, une nouvelle feuille se forme. Cette durée dépend aussi des conditions climatiques de chaque site. Le rythme d'émission des feuilles peut être ralenti quand les conditions de croissance ne sont pas optimales. La plupart des bananiers africains produisent de 15 à 40 feuilles. Un bananier porte 15 feuilles environ lorsqu'il commence à fleurir. Ce point a été bien étudié sur les plantains. Ils sont subdivisés en trois classes basées sur le nombre de feuilles apparues au stade de la floraison: petite taille (moins de 32 feuilles), taille géante (plus de 40 feuilles) et taille moyenne (de 32 à 40 feuilles).

La longueur des feuilles peut atteindre 3 m environ et la largeur 1 m environ. Chaque feuille est plus grande que celle qui la précède, sauf les 10 dernières feuilles qui deviennent progressivement moins longues, mais proportionnellement plus larges. Lors de l'initiation florale, l'intérieur du pseudo-tronc renferme encore des feuilles. La dernière feuille produite avant l'émergence du régime est nommée **feuille bractéale** (Swennen et Vuylsteke, 2001).

Les stomates sont plus nombreux sur la face inférieure que sur la face supérieure de la feuille et il y en a plus au milieu de la feuille qu'à sa base (Swennen et Vuylsteke, 2001).

Le système foliaire est formé par l'ensemble des feuilles issues de la pseudo-tige principale et des rejets. Une feuille développée est composée de cinq éléments: la gaine, le pétiole, la nervure centrale, la lame et l'appendice. La gaine est la partie basale et enveloppante de la feuille qui fait partie de la pseudo-tige (Kwa, 2003).

Le nombre total de feuilles à maturité est utilisé comme clé de classification des cultivars plantains :

- Cultivar petit avec moins de 32 feuilles;
- Cultivar moyen avec un nombre de feuilles compris entre 32 et 38;
- Cultivar géant avec un nombre de feuilles supérieur à 38, puisque une feuille est émise par semaine (7 à 11 jours). Le cultivar géant n'est pas seulement plus grand mais aussi possède un cycle plus grand que le cultivar moyen.

Les dimensions des feuilles sont variables. Les feuilles, dont la durée de vie varie entre 70 et 200 jours, présentent une surface pouvant aller jusqu'à 2 m², fournissant ainsi à la plante une surface foliaire importante au moment de la floraison et permettant de canaliser les eaux de pluie. Au moment de la sortie de l'inflorescence, il reste 11 à 15 feuilles fonctionnelles pour un développement correct des fruits jusqu'à la récolte. Il faut au minimum 8 feuilles fonctionnelles à la floraison et au moins 4 à la récolte (Dhed'adjailo et al., 2011).

2.1.3. Régime et des fruits

Le régime se développe à partir de l'inflorescence naissant au méristème apical du corne après l'initiation florale. L'inflorescence reste dans le pseudo-tronc au niveau du sol pendant deux mois environ, mais elle monte rapidement dans le pseudo-tronc dès la sortie des 2 à 4 dernières feuilles. Elle émerge au sommet du pseudo-tronc après le déploiement de la dernière feuille; c'est la **jetée**. L'inflorescence comprend un pédoncule (axe ou rachis) portant les fleurs sur des protubérances (glomérules, coussinets ou couronnes), disposées selon 3 spirales parallèles. La partie du pédoncule qui reste à l'intérieur du pseudo-tronc et fait la liaison avec la corne est molle; la partie externe devient dure et se retourne vers le bas sous le poids de l'inflorescence quand elle est exposée. Les fleurs femelles sont portées par un maximum de 15 (le nombre dépend du cultivar) glomérules à la base de l'inflorescence. Les glomérules suivants portent les fleurs hermaphrodites et mâles. Le sommet de l'inflorescence portant les fleurs mâles est dirigé vers le bas du fait du fléchissement du pédoncule.

Lors de l'anthèse (floraison), les bractées s'enroulent vers l'arrière à partir de l'extrémité (génome A) ou se soulèvent simplement (génome B) selon le cultivar. Chaque jour, les fleurs de 1 à 3 glomérules s'ouvrent et ce pendant 1 à 4 mois, selon le cultivar et le nombre de glomérules portant des fleurs (Swennen et Vuylsteke, 2001; Dhed'adjailo *et al.*, 2011).

L'ovaire se développe sans fécondation (développement parthénocapique) et forme un fruit comestible ou "**doigt**". Le fruit est trilobulaire et la pulpe se développe à partir de la peau vers l'intérieur. Les ovules se dessèchent et forment de petits points foncés dans la pulpe. Le fruit s'allonge principalement durant le premier mois après l'anthèse, mais il continue à grossir jusqu'à la récolte. Les fruits d'un même glomérule constituent une "**main**" (Swennen et Vuylsteke, 2001). Le développement du fruit prend 2 à 6 mois. Il dépend des conditions écologiques (développement lent en altitude du fait des basses températures), du cultivar (les régimes comptant plusieurs mains et plusieurs doigts par main mûrissent plus lentement que les régimes portant peu de fruits) et du degré de ploïdie (les régimes de diploïdes mûrissent plus rapidement que les régimes de triploïdes).

2.1.4. Exigences écologiques

○ L'eau

Les bananiers à fruits de dessert et plantains sont cultivés dans un environnement humide à hygrométrie élevée de 60 à 100%. Les bananiers requièrent 25 à 70 mm d'eau par semaine (ou 1300 à 3600 mm par an) en fonction du taux d'évapotranspiration. Une humidité du sol égale à 80 à 100% de la capacité au champ est requise. Ceci correspond à une pluviosité minimale de 100 mm par mois. Le sol doit être bien drainé, car une inondation de plus de 24 heures entraîne des pertes importantes. Les bananiers à fruits de dessert et plantains résistent aisément à une saison sèche d'une durée de moins de 3 mois. Dans les climats secs (pluviosité inférieure à 250 mm), par exemple en Somalie, les bananiers sont irrigués. Les plantes stressées par de basses températures et par une pluviosité inadéquate deviennent chlorotiques. Les nouvelles feuilles et les régimes émergent mal dans ces conditions; ces

symptômes se nomment respectivement rosette et engorgement (Swennen et Vuylsteke, 2001).

En climat chaud et humide, on considère généralement que les besoins sont couverts avec 35 mm de précipitations par semaine soit environ 2500 mm de pluies réparties sur toute l'année.

L'excès de précipitations ne constitue pas une contrainte si le sol est bien drainé. Par contre, l'eau stagnante est dommageable même pour quelques heures. Cependant, en régions sèches et chaudes ou en situations très ventées, l'évapotranspiration maximale pouvant être plus élevée et dépasser 2500 mm, les besoins en eau deviennent plus élevés. Les bananiers se défendent contre les déficits momentanés en repliant les demi-limbes des feuilles, mais ils résistent mal aux sécheresses de plus d'un mois même s'il existe une certaine variabilité entre groupes et sous-groupes des bananiers vis-à-vis de la tolérance à la sécheresse. Il faudrait alors procéder à l'irrigation (Dhed'adjailo *et al.*, 2011).

○ La température

Les bananiers sont généralement cultivés entre 19 et 33° C. Une température supérieure n'empêche pas leur culture si l'apport d'eau est adéquat. La croissance s'arrête cependant au-delà de 38° C. La température idéale pour la fructification est supérieure de 20° C environ à celle pour la formation des feuilles. Une température trop basse ralentit l'émission des feuilles et allonge le cycle de croissance. La croissance est nulle au-dessus de 40° C et le refroidissement endommage les fruits. Exposés à moins de 0° C, les bananiers périssent (Swennen et Vuylsteke, 2001; Temple, 2002).

○ La lumière

Le bananier aime la lumière. Au moins 70% de la lumière du soleil lui sont nécessaires pour bien croître. Il peut aussi supporter un léger ombrage qui ne doit pas dépasser les 30%. Il supporte des fortes insulations si l'approvisionnement hydrique est suffisant. La nébulosité ralentit la végétation et augmente la taille des rejets. 1500 à 1800 heures d'insolation est un seuil limite et 2000 à 2400 heures sont favorables. Une insolation brutale avec un déficit hydrique provoque un palissement des limbes puis des nécroses notamment sur les jeunes bananiers (Bizimana *et al.*, 2012).

○ Le vent

Le vent est un facteur climatique de grande importance. Les vents violents amènent toujours des dommages considérables, soit en brisant les pétioles des feuilles, soit en cassant les pseudo-troncs. Aussi, les grandes compagnies préfèrent-elles avoir des plantations dans les différents agro-écosystèmes pour prévenir les risques des vents (Lassoudiere, 1977).

○ Le sol

Les bananes de consommation locale sont souvent produites sur des terrains fortement érodés et lessivés. Ces sols étant peu fertiles, la production est faible et la culture ne peut être poursuivie que pendant quelques années seulement. Les sols sont ensuite mis en jachère pour rétablir la fertilité. Dans les cultures de case et sur certaines hautes terres, la fertilité du sol est maintenue par l'épandage massif de matières organiques, ordures ménagères et fumier. Les sols profonds, limoneux et bien drainés conviennent le mieux pour la culture du bananier. Les éléments N, P, K, Ca et Mg sont indispensables pour atteindre un bon niveau de développement et une production élevée.

Le pH peut varier de 4,0 à 8,0. Les bananes de dessert destinées à l'exportation sont produites sur des sols alluviaux et très salins (Somalie), sols volcaniques (Cameroun) et sols tourbeux ou organiques (Côte d'Ivoire) (Swennen et Vuylsteke, 2001).

Les sols dans lesquels sont implantées les bananeraies sont variés dans le monde. On ne peut dissocier le facteur sol du facteur climat (pluviométrie, température) ni dissocier ces deux facteurs du facteur plante. En ce qui concerne le sol, ce sont plutôt les propriétés physiques (structure, capacité de rétention en eau et en éléments minéraux, porosité...) qui sont essentielles, l'aspect chimique (pH, disponibilité des nutriments...) pouvant être plus facilement modifié (Kwa, 2009).

2.2. Importance de la culture

Les plantains sont surtout importants en zones forestières où parfois ils constituent la base de l'alimentation des populations locales, c'est le cas au Bas-Fleuve dans la Province du Bas-Congo et à Kisangani dans la Province orientale (Tollens, 2004; Ndungo, 2008).

○ Importance nutritionnelle

Le bananier est une plante dont la richesse nutritionnelle en fait une solution privilégiée pour faire reculer l'insécurité alimentaire. En effet, les bananes sont des produits à haute valeur nutritionnelle, riches en vitamines, en minéraux, en fibres et en molécules naturelles uniques très riches en vitamines A, B6, C et en éléments minéraux (magnésium, phosphore, potassium, calcium (Tchango et Ngalani, 1994).

En effet, le bananier est une plante alimentaire cultivée pour son fruit. L'on distingue : la banane plantain et la banane douce ou banane dessert. La banane plantain ou le plantain sert à la fois d'aliment énergétique et de dessert. Riche en glucides, le fruit du bananier plantain possède selon les variétés une valeur énergétique plus élevée ou proche de celle de certains produits amylacés de grande consommation (igname, patate douce, taro, pomme de terre, etc) (Ongagna et al., 2016). Il peut se consommer sous plusieurs formes (bouillie, frite, chips, pilé, consommé sous forme de pâte, etc...); transformé en farine, le plantain peut servir à la fabrication du pain, des beignets, du fougou, biscuits et gâteaux, dans la formulation d'aliments infantiles ou à épaissir des sauces (Tomekpe, 2006).

Cependant, la banane dessert est utilisée à l'état frais ou transformé. Par ailleurs, elle est utilisée en thérapie car, elle fortifie les os et diminue les risques d'hypertension et d'accident vasculaire cérébrale grâce à sa richesse en potassium et en substances nutritives, elle sert au traitement des ulcères gastriques et la diarrhée, au soulagement du stress et de l'anxiété (Ongagna et al., 2016).

Selon Mobambo (2002), les bananes transformées en farine sont utilisées pour la fabrication de biscuits, les autres sont également utilisées dans la fabrication de la bière et dans certaines régions d'Asie, les bourgeons mâles sont consommés comme légume, et le pseudo-tronc comme fourrage pour les bétails.

Les données nécessaires ne sont pas disponibles pour tous les pays et des efforts restent à faire en termes de collecte des données de consommation (Frison et Sharrock, 1999). Le tableau 3 donne la composition de la banane dessert et de la banane plantain (pour 100g de pulpe).

Tableau 3: Composition chimique de la banane dessert et de la banane plantain (pour 100 g de pulpe) (Teycheney *et al.*, 2007).

Eléments	Banane dessert	Banane plantain
Eau (g)	74	65
Potassium (g)	380-400	500
Calcium (mg)	6-9	3
Magnésium (mg)	30-45	35
Sodium (mg)	1	4
Phosphore (mg)	30	30
Fer (mg)	0,3-0,7	0,6
Energie (Kcal)	82-92	122
Protéines (g)	1	1,3
Lipides (g)	0,48	0,37
Glucide (g)	19-23	32
Fibres (g)	2,0-3,4	2,0-3,4

Les modes de consommation sont très divers et varient en fonction des pays. Les bananes sont consommées bouillies, frites, grillées sur la braise et le fruit peut être broyé pour obtenir des pâtes alimentaires ou mis en fermentation pour la fabrication de la bière locale.

La peau brûlée des bananes sert à la fabrication des savons. En Côte d'Ivoire, par exemple, les aliments issus de la transformation de la banane plantain sont généralement désignés par des appellations dont la plus connue est le «foutou» qui est de la banane plantain pilée accompagnée d'une sauce. La banane est un aliment énergétique et une source en vitamines (A, B1, B2, B6, C, E,) et en sels minéraux (Ca, Fe, Mg, P et K). Son faible taux en protéines nécessite son accompagnement avec les aliments riches en protéines comme le haricot, le petit pois ou le poisson et la viande (Frison et Sharrock, 1999).

Dans la province du Kivu, les bananes servent surtout à la fabrication de la bière de banane dont la variété est appelée banane à bière ou d'altitude. La consommation des plantains à Kinshasa a beaucoup augmenté (de 3,85 kg à 8,89 kg/tête/an) par rapport à 1975, tandis que celle des bananes (douce) a diminué de 1,91 kg à 1,12 kg (Tollens, 2004).

○ Importance économique

C'est une activité qui occupe toute l'année, une main d'œuvre nombreuse et relativement peu qualifiée, jouant ainsi un rôle crucial dans la lutte contre la pauvreté (Ndungo, 2008).

Au niveau mondial, la banane représente la 4^{ème} denrée agricole la plus produite derrière le riz, le blé et le maïs. En 2000, on estimait à 9 millions d'hectares, la superficie des terres occupées par des bananiers repartis sur 130 pays. Le Cameroun occupe le 8^{ème} rang mondial et le premier en Afrique. La production de plantain du Cameroun en 1999 était estimée à 115.685 tonnes. En 2006, cette production a atteint près de 2,18 millions de tonnes (Tchango et Ngalani, 1994; Arias *et al.*, 2004).

En RDC, il joue le rôle de centre de gravité du système agrosylvopastoral et dans les conditions normales de culture, une bananeraie d'1 hectare rapporte au moins 1 600 USD par an aux ménages agricoles (Onautshu, 2013). D'après Alphonse (2004), après la récolte des fruits, les feuilles sont jetées. Cependant, on a découvert récemment que ces déchets agricoles pouvaient être transformés en matières premières utiles à la fabrication du papier, tant du point de vue de volume que du point de vue de qualité, en conséquence favorable à l'écologie.

Au cours des 40 dernières années, le marché s'est fortement développé. La production mondiale de banane a plus que doublé, mais cette croissance est principalement due à l'augmentation des surfaces cultivées et non à une meilleure productivité. La croissance du marché a été de 7% par an entre 1985 et 1995 mais a ralenti ces dernières années (Lescot, 2004). Au niveau économique en RDC, la banane constitue une banque agricole par excellence pour le paysan. En effet, elle assure durant toute l'année plus de 80% des revenus des ménages dans le groupement de Buzi en territoire de Kalehe (Ndungo, 2008).

○ Importance sociale

Cette culture qui accentue le progrès des conditions de travail des producteurs de bananes, continue de jouer un rôle de moteur socio-professionnel, à travers des actions de formations des planteurs et des salariés (Sharrack, 1999). Le plantain permet de mutualiser les connaissances et constitue l'un des aliments de base de beaucoup de populations d'Afrique centrale en général, de la RDC en particulier et devient l'une des sources de revenu. Il assure la sécurité alimentaire, en cas de nécessité financière ou de surplus de production, des régimes peuvent être vendus sur le marché local pour assurer une rentrée financière non négligeable.

Les feuilles de bananiers peuvent servir comme emballage, elles peuvent être utilisées pour la fabrication des objets artisanaux, ou pour diminuer l'érosion, et aussi comme matière organique après décomposition (Mobambo, 2002 ; Mobambo et al., 2010).

2.3. Techniques culturales

Pour réussir l'installation d'une culture du bananier, il est conseillé de mettre en œuvre des pratiques culturales adaptées, notamment la préparation et l'assainissement du sol, l'application d'une fumure de fond, le choix du dispositif de plantation, le respect de la densité, du cultivar et de la date de plantation (Bizimana et al., 2012).

✓ Choix du matériel de plantation

En pratique, le meilleur matériel de plantation est constitué de 3 sources principales: les rejets baïonnettes, les vitroplants et les rejets issus de la macropropagation (Kwa, 2003).

○ Rejet baïonnette

Le rejet baïonnette se reconnaît par ses feuilles étroites en forme de lance, sa vigueur et son rhizome large attaché au plant-mère. Le rejet est choisi sur un plant sain se trouvant dans un champ de bananier exempt des maladies. Avant sa plantation, le rejet doit subir un parage (opération qui consiste d'enlever la terre et les racines sur le rhizome d'un rejet) minutieux pour enlever les racines et les galeries de charançons. Si le rhizome est trop atteint par les charançons, le rejet est abandonné. En effet, les racines qui vont permettre la croissance du bananier seront nouvellement formées. En plus, les racines se trouvant sur les rejets peuvent assurer la propagation des ravageurs (nématodes, charançons, etc.) (Kwa, 2003).

○ Vitroplants

Ce sont des plants de bananier obtenus par la culture de tissus au laboratoire. Ces plants sont généralement indemnes de maladies mais sont fragiles dans les conditions naturelles. Leur transport doit être effectué dans des paniers. L'intérêt premier des vitroplants est leur état sanitaire. Il est donc important d'éviter leur réinfection rapide une fois mis au champ. Ainsi, le vitroplant doit être planté sur un sol sain ou préalablement assaini par des techniques de rotation culturale ou de jachère, et

éloignés des sources de contamination par des maladies (Dhed'adjailo et al., 2011).

○ Plants issus de la macropropagation

Cette technique consiste à placer une corne de bananier dans un propagateur et à sevrer régulièrement les pousses au stade de 3 feuilles et les repiquer en pépinière. Les cornes sont enfouies dans les sciures ou autres matières organiques et sont régulièrement arrosées. La macropropagation permet d'obtenir rapidement plusieurs rejets sans devoir attendre la production naturelle des rejets comme l'indique le tableau 4.

Tableau 4: Comparaison des différentes sortes de matériel de plantation du bananier (Bizimana et al., 2012).

Matériel de plantation	Avantages	Inconvénients
Rejet baïonnette	<ul style="list-style-type: none"> - Moins cher - Facilement disponible - Bonne reprise et meilleure adaptation - Moins vulnérable pendant le transport 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de propagation des maladies latentes ou non visibles à l'œil nu - Encombrant dans le transport - Faible taux de multiplication
Vitroplant	<ul style="list-style-type: none"> - Faible risque phytosanitaire - Possibilité de multiplier un grand nombre de rejets de bananier en peu de temps 	<ul style="list-style-type: none"> - Couteux - Vulnérabilité pendant la manutention - Nécessite plus de soins dans le champ - Risque de propager les maladies à grande échelle si les normes de production ne sont pas respectées - Pas applicable au plantain
Rejet de la macro-propagation	<ul style="list-style-type: none"> - Technique accessible à l'agriculteur - Taux de multiplication acceptable - Pas très cher - Applicable au plantain 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de maladie - Nécessite aussi un supplément de soins. - Nécessite une formation de la technique

✓ Choix du terrain

Les bananiers doivent être installés sur des terrains de pentes faibles, en évitant les endroits proches des marais à cause de leur faible température pour les régions de haute altitude. Les sols dans lesquels sont plantés les bananiers doivent être légers, meubles,

non inondables, et assainis de parasites telluriques par rotation ou jachère.

✓ **Période de plantation**

Dans les conditions de la RDC, la plantation doit se faire entre les mois d'**octobre** et de **janvier**. Lorsque le bananier est cultivé dans des zones à saison sèche marquée, on remarque une forte baisse de la production pendant la saison sèche sauf si le champ est situé dans le bas-fond. Ce genre de terrain est donc à préférer pour la culture de bananier (Kwa, 2003).

✓ **Densité de plantation**

La densité de plantation dépend du système cultural : plantation en culture pure ou cultures associées. Etant donné que le bananier est un gros consommateur d'eau, en culture pure, on peut le planter dans les zones à pluviométrie suffisante à une densité de 2,5 m x 2,5 m. Dans les zones à pluviométrie moyenne, le dispositif de plantation est de 3 m x 2 m (Kwa, 2009).

✓ **Préparation du trou (trouaison)**

La préparation du trou de plantation est précédée par le piquetage suivant le dispositif de plantation choisi. Le trou de plantation est de 30 cm x 30 cm x 30 cm aussi bien pour les rejets que pour les vitroplants ou les plants issus de la macropropagation. Pendant la trouaison, la terre de surface plus fertile (les 30 premiers cm) est séparée de la terre de profondeur (Bizimana et al., 2012).

✓ **Mise en place et entretien de la bananeraie**

Un mois avant la mise en place, on ajoute du fumier à raison de 20 à 30 kg par trou. Une partie du fumier est mélangée avec la terre de surface, une autre avec celle de profondeur. La terre de surface mélangée avec le fumier est remise dans le trou en premier lieu.

Parmi les éléments minéraux, la potasse et l'azote sont ceux qui sont requis en plus grande quantité. Les engrais minéraux de fonds sont mélangés avec la terre de surface. Le rejet préalablement préparé est déposé dans le trou. On remblaise le reste du trou par la terre de surface restante. Un champ de bananier nécessite beaucoup de soins d'entretien:

- Le regarnissage de vides 1 mois après la plantation.

- Le paillage: cette technique est très bénéfique en culture bananière.
- Le sarclage manuel
- L'œilletonnage : consiste à éliminer ou détruire certains rejets car la croissance d'un nombre excessif de rejets diminue le rendement en régime. Cette opération se fait à la floraison et doit être menée avec beaucoup de soins pour éviter d'endommager la plante mère. La technique recommandée est de laisser trois plantes par souche : la plante mère, sa fille et sa petite fille. Pour la sélection des rejets, il faut attendre au moins 6 mois après la plantation pour laisser le premier rejet de la plante mère se développer. Après encore 6 mois, on laisse le deuxième rejet et le rejet suivant est laissé après la récolte de la plante mère (Bizimana et al., 2012).
- L'Effeillage : Pendant l'entretien de la bananeraie, il faut enlever les feuilles mortes. Cela confère à la souche de la propreté et une aération du champ. Les feuilles mortes sont les feuilles ayant totalement jauni sur plus de 50% du limbe et ayant un port tombant. Cependant, dans les contrées où sévit la maladie du flétrissement bactérien du bananier, on recommande de n'enlever que les feuilles suffisamment sèches pour minimiser les risques de transmission de la maladie. Quand le bananier porte un régime, il est interdit de couper les feuilles fonctionnelles jusqu'à la maturité de ce régime, car le remplissage des doigts a besoin de la présence de ces feuilles (Bizimana et al., 2012).
- Le tuteurage : est une technique qui vise à installer un tuteur en bois pour soutenir le poids du régime de banane pour éviter que le pseudotrunc ne se casse. Il s'agit souvent d'un bois fourchu par exemple, appuyé solidement au sol, dont l'extrémité supérieure est fichée dans le pseudotrunc, juste à la base des dernières feuilles. Dans le cas de lignes jumelées, on peut aussi utiliser le système d'encordage qui permet aux bananiers de se retenir les uns aux autres. Chaque régime est alors encordé au pied du bananier auquel il "tourne le dos" (Dhed'adjailo et al., 2011).

- L'enlèvement du bourgeon mâle : après la formation de la dernière main, il est conseillé d'enlever les fleurs mâles. Cette pratique permet d'avoir de gros doigts, de réduire le temps de remplissage du régime et d'éviter la transmission de certaines maladies par les insectes qui viennent s'approvisionner en nectar comme le BXW.
- L'irrigation : dans certains pays comme en Israël où elle se pratique, on apporte 150 à 200 mm d'eau par mois.
- L'application de la fumure : chaque récolte de banane absorbe une quantité considérable d'éléments nutritifs du sol. Ces éléments doivent être restitués pour que les plantes restantes continuent à donner une bonne production. On peut recourir soit au fumier, au compost ou aux engrais minéraux. Le fumier et les engrais organiques doivent être appliqués à 60 cm de la souche pour permettre une bonne absorption des éléments nutritifs étant donné que les racines plus actives explorent une zone un peu éloignée de la souche (Temple, 2002).

Il faut restituer au sol les éléments tirés par le bananier pour espérer maintenir les rendements à un niveau élevé :

- Apporter par an et pour un hectare environ 10 à 15 tonnes (100 à 150 sacs de 100 kg) de compost ou de fientes de poule. Ceci revient à mettre dans chaque trou au moment de la plantation, 10 à 15 kg de fiente de poule ou de compost mélangé à de la terre noire.
- Apporter chaque année, vers le début et vers la fin de la saison pluvieuse, un engrais complet contenant plus d'azote et de potasse à la dose de 1 à 2 kg/bananier/an. Fractionner cet engrais en deux ou trois apports. Epancher en couronne autour du bananier (Kwa, 2009; Bizimana et al., 2012).

Ces différents engrais jouent des rôles spécifiques de telle sorte que la carence en un seul élément limite le bon développement de la plante.

✓ Cycle du bananier

Le premier cycle du bananier commence à la plantation et se termine à la récolte du pied planté (pied-mère). Pour calculer les cycles qui suivent, on compte le temps passé entre la plantation du pied

mère et la récolte du fils (2^{ème} cycle); du petit-fils (3^{ème} cycle). Le cycle de bananier est fonction des variétés; Il est nécessaire de connaître la variété que l'on veut cultiver pour gérer la période de récolte (Bizimana et al., 2012).

Le cycle dépend aussi de la nature du matériel végétal. En effet, certains producteurs réquisitionnent des petits comme des grands rejets lorsqu'on recourt à l'utilisation de vitro plant ou vivo plant, on tiendra compte de cette particularité du fait que ce matériel n'est pas similaire au rejet ordinaire. Une connaissance approfondie de chaque type de matériel de plantation utilisée est indispensable. Le cycle dépend également de la date de plantation; il détermine ainsi la période probable de la floraison (Kwa, 2003). Lorsqu'il y a manifestation de la floraison pendant la saison sèche, il y aura formation de petit régime, ceci s'explique par l'indisponibilité de la quantité suffisante de l'eau. Il est recommandé de planter toujours de manière à avoir la floraison pendant la période où la plante ne va pas souffrir de la carence hydrique, car le remplissage du régime est garanti par la disponibilité en eau (Bizimana et al., 2012).

Enfin le cycle ne dépend non seulement de l'altitude mais aussi de la qualité du matériel végétal de plantation utilisé. Celui-ci a une incidence sur le cycle; très souvent ce matériel est contaminé par des parasites que lorsqu'il n'a pas été bien traité (Kwa, 2003).

○ Récolte des régimes

La récolte de la banane se fait quand les doigts sont bien remplis, donc moins anguleux. Le régime est récolté avec prudence pour éviter que les doigts ne se cassent. Le pseudotrunc doit être tranché partiellement de façon que le régime se courbe lentement et la hampe est coupée à quelques centimètres des mains pour faciliter la manutention (Lescot, 2006).

2.4. Systeme de culture

En RDC, la production de bananiers et plantains se fait selon six systèmes dans l'ordre d'importance suivant: culture en forêts, culture en jachère, culture en association avec les plantes pérennes ou vivrières, culture de case, culture pure et la production en système agroforestier (Dhed'adjailo et al., 2019).

○ Culture en forêt

La culture en forêt se fait généralement avec les plantains et les bananes dessert.

La plantation des rejets sans un écartement défini (plus au moins 400 plants/ha), est réalisée après une défriche partielle au cours de laquelle seule la végétation de sous-bois et les arbres les plus petits (moins de 30 cm de diamètre) sont coupés, tandis que les plus gros arbres (diamètre supérieur à 40 cm) sont gardés sur pied. Ces derniers assurent la protection du sol et permettent le renouvellement de la matière organique. Certaines branches des arbres laissés sur pieds, sont souvent coupées afin de bien réguler l'ombrage au sol, au moins pendant la phase de croissance de la plantation. Le terrain est ensuite incinéré avant ou après la mise en place de rejets des plantains qui sont récoltés dans les champs voisins. Dans certaines régions, les plantains sont cultivés sans abattage des gros arbres. Ce système est conduit généralement en association avec d'autres cultures telles que le maïs, le manioc, le riz, le taro, le haricot, l'igname, etc. Les superficies sont variables allant de moins d'un hectare à plusieurs hectares, selon les capacités de chaque famille.

Le champ bénéficie d'un entretien régulier consistant principalement au sarclage. Le poids du régime est en moyenne 15 kg à cause du renouvellement continu de la matière organique. A la récolte, les rejets ne sont pas supprimés sauf dans le cas où ils sont prélevés pour l'installation d'un nouveau champ. La longévité de la bananeraie (3 à 4 cycles) dans ce système dépend de plusieurs facteurs combinés, notamment les cultivars, les types des sols, le niveau de l'ombrage, ainsi que les techniques d'entretien (l'épamprement des feuilles chaque année, la suppression des rejets en excès, le dégagement des graminées au sol, l'élimination éventuelle de quelques petits arbres et certaines branches d'arbres plus grands, etc.). L'une des principales limites à la culture des plantains en forêt, est l'invasion fréquente de prédateurs, principalement les singes et les rats. Toutefois, les déprédations sont plus importantes à mesure que l'on s'éloigne des zones couramment fréquentées et qu'on s'enfonce dans la forêt (Dhed'adjailo *et al.*, 2019).

○ Culture en jachère

Au départ, ce système consiste à l'installation des bananiers et plantains avec d'autres cultures annuelles ou vivrières dans une jachère (3 à 5 ans) défrichée et brûlée. A la récolte, les rejets ne sont pas supprimés sauf dans le cas où ils sont prélevés pour l'installation d'un nouveau champ. Le terrain est exploité durant 2 à 3 ans au cours de laquelle les autres cultures disparaissent progressivement, avant que le terrain soit laissé en jachère en vue de permettre la reconstitution naturelle de la fertilité des sols. Les bananiers et plantains poursuivent leur production sous la jachère bien qu'avec de régimes de tailles réduites. La plantation se fait avec les rejets locaux sans aucun espacement régulier entre les plants (plus au moins 400 plants par hectare). Ce système assure une production moyenne de plantains sur 2 à 3 cycles culturaux et le rendement décroît au fur et à mesure que le couvert forestier s'installe et à mesure de l'envahissement du terrain. La production moyenne de régime est d'environ 10 kg au premier cycle. Aucun apport supplémentaire en éléments nutritifs n'est réalisé (Dhed'adjailo *et al.*, 2019).

○ Associations de culture

Les bananiers et plantains sont généralement produits en cultures associés à d'autres cultures telles que vivrières, maraichères et industrielles dans les forêts ou dans les jachères. Ce système d'association a l'avantage de fournir aux agriculteurs une production diversifiée à différents moments de l'année. Ces associations culturales sont faites de façon traditionnelle et ne tiennent généralement pas compte des effets néfastes découlant de certaines associations dont notamment la compétition de la lumière, de l'eau et des éléments nutritifs. Les superficies exploitées peuvent varier d'un à plusieurs hectares. Les plantations de rejets de plantains sont faites sans un écartement fixe, et les autres cultures associées sont mises en place sans espacement précis (plus au moins 400 plants par hectare) avec les rejets locaux

A la récolte, les rejets ne sont pas supprimés sauf dans le cas où ils sont prélevés pour l'installation d'un nouveau champ. En altitude et plus précisément dans le Kivu, les bananiers dessert, à cuire, à bière et plantains sont associés aux cultures annuelles telles que les légumineuses et le taro, et aux cultures

pérennes telles que le caféier et le cacaoyer. Ce système assure une production moyenne de 30 ans. Il n'y a pas d'apports en éléments nutritifs.

La production moyenne de régime est d'environ 15-25 kg.

Dans les zones forestières, des combinaisons simples de culture avec arachide, taro, manioc, maïs, riz, igname, tomate, etc., seule ou en différentes combinaisons. Ce système assure une production moyenne de plantains sur 2 à 3 cycles culturels et le rendement décroît au fur et à mesure que le couvert forestier s'installe et à mesure de l'envahissement du terrain. La production moyenne de régime est d'environ 15 kg au premier cycle. Par ailleurs, l'association de plantains à l'arachide, au macabo ou aux deux cultures affectent positivement la croissance et le rendement de ceux-ci. Le rendement est élevé lorsque les sols sous la culture de plantains sont couverts par le macabo ou l'arachide et l'accroissement du rendement est d'autant plus remarquable lorsque les plantains sont associés à ces deux cultures au même moment (macabo ou taro et à l'arachide). Dans ces dernières associations, les arachides assurent la couverture partielle du sol durant 3 mois et en plus fixent et enrichissent le sol en azote. Les macabos quant à eux poursuivent la couverture du sol jusqu'à 6 mois (donc à la floraison de plantains). Ceci crée les conditions qui favorisent le maintien de l'humidité du sol, freinent le développement des adventices et réduisent les pertes en éléments nutritifs dues à l'érosion et au lessivage (Dhed'adjailo et al., 2019).

○ Culture de case

Dans ce système de culture, les bananiers et plantains sont mis en place dans le jardin situé autour de cases ou dans l'arrière-cour des habitations sur des petites superficies variant entre quelques mètres carrés et des centaines de mètres carrés. Il s'agit d'un système permanent d'exploitation très diversifiées avec cultures de bananiers et plantains en association, avec les cultures telles que le manioc, la patate douce, la canne à sucre, l'aubergine, etc. La plantation a lieu avec des rejets locaux issus des champs ou jardins voisins sans tenir compte de l'écartement. Comme les rejets ne sont pas éliminés après la récolte, les bananiers et plantains se retrouvent en touffe à densité très élevées. Les soins

culturels sont moins fréquents. On y trouve un mélange des cultivars tant de bananiers dessert, à cuire et des plantains (Dhed'adjailo et al., 2019).

Le rendement dans ce système de culture est très élevé, avec un poids moyen de régime de 15-35 kg. La fertilité élevée du sol est liée aux ordures ménagères, les excréments des bétails, les cendres de toutes natures, accumulées autour de touffes. La décomposition de l'ensemble enrichit les sols en éléments nutritifs. Les sols de jardin de case sont donc non seulement riches en calcium, magnésium et potassium, mais disposent également de quantités élevées de matière organique et de phosphore, et ont une bonne structure. Ces caractéristiques facilitent l'exploration du sol au-delà de 25 cm par les racines des plants, entraînant ainsi un meilleur développement de la plante, une précocité dans la fructification et un rejetonnage important. Sans nul doute, les bananiers et plantains de case profitent des bonnes conditions physico-chimiques des sols, ce qui leur permet de se maintenir pendant de longues années (durée supérieure à dix ans) (Dhed'adjailo et al., 2019).

Le système présente un intérêt considérable pour l'agriculteur dans la mesure où sa production est étalée sur toute l'année. Les bananes et plantains provenant de la culture de case sont destinés en priorité à l'autoconsommation. Cependant, la production en jardin de case ne permet pas à elle seule d'assurer l'autosuffisance alimentaire en bananes aux populations. Pour y parvenir, l'installation des grandes plantations à haut rendement avec intégration des techniques de production durable sur des périodes plus ou moins longues est donc à envisager (Dhed'adjailo et al., 2019).

○ Cultures pures

La culture pure de bananiers et plantains est plus pratiquée en proximité des milieux urbains par les grands producteurs est surtout destinée à la commercialisation. Ces champs ont des étendues sur plusieurs hectares. Elle consiste à leur mise en place avec de rejets locaux dans un champ ouvert en général sur brûlis en forêt primaire ou secondaire, ou en jachère vieille. La plantation se fait pour la plupart de cas sans tenir compte d'un écartement régulier (\pm / 1000 plantes/ha) et ne reçoit ni des

engrais ni la matière organique mais bénéficie d'un sarclage régulier.

Le rendement est élevé pendant le premier cycle seulement (poids moyen par régime de 12-15 kg) et la vie de la plantation est de 2-3 ans. Les rejets ne sont pas éliminés après la récolte. Le choix de cultivars dépend surtout de besoin du marché de consommation (Dhed'adjailo *et al.*, 2019).

○ **Système agroforestier**

Le système agroforestier est un système de culture où les bananiers et plantains sont mis en association avec des cultures pérennes (arbres, arbustes, palmiers, etc.). Après l'ouverture de la forêt par la coupe de sous-bois, quelques essences de bois précieux sont préservées en raison de leurs utilisations domestiques ou industrielles, de l'absence de matériels d'abattage adaptés ou des raisons socio-culturelles. Les rejets sont installés aux écartements de 4 m x 4 m. Lorsque ceux-ci atteignent l'âge de deux ans, les plants de l'essence forestière Limba (*Terminalia superba*) sont plantés aux écartements de 8 m x 12 m. Les bananiers dessert (Gros Michel, Yangambi km5) et plantains peuvent être exploités dans ce système avec un poids moyen entre 7-17 kg pendant environs 60 années. Les arbres ne sont jamais taillés et les bananiers et plantains sont à peine entretenus. A la récolte les rejets ne sont pas éliminés. Les surfaces peuvent atteindre plusieurs centaines de hectares. Un autre système agroforestier consiste à cultiver les plantains en association avec les légumineuses exotique arbustives comme le *Leucaena leucocephala*, *Acacia* sp., etc.

Avec les légumineuses exotiques, les bananiers et plantains sont plantés dans les interlignes aux écartements de 3 m x 3 m. Les émondes de ces légumineuses sont donc régulièrement taillées et placées comme paillis autour des souches de plantains. Ce système assure un bon rendement et une production plantain pendant +/-15 ans. Les bananiers et plantains sont à peine entretenus. A la récolte les rejets ne sont pas éliminés. Les champs ont quelques hectares de surface. Des essais de plantations directes de bananiers et plantains en forêts ou en jachères vieilles où prédominent les légumineuses locales telles que *Pterocarpus soyauxii*, *Albizia adianthifolia*, *Prioria balsamifera*, etc., ont été réalisés.

Dans ce cas, lors de l'ouverture du terrain, les légumineuses arbustives trouvées sur place ne sont pas abattues mais sont laissées en place. Les rejets de plantains sont mis en place sous ces arbres.

Les émondes de ces légumineuses sont aussi régulièrement taillées et appliquées comme paillis autour des souches de plantains. En termes de la biomasse produite, toutes ces 4 légumineuses locales en produisent suffisamment. Les valeurs observées sur les tiges âgées étaient de 3,8 %; 4,17 %; 3,18 % et 4,26 % de matière sèche respectivement pour la teneur en azote des feuilles d'*Albizia adianthifolia*, *Piptadeniastrum africanum*, *Prioria balsamifera* et *Pterocarpus soyauxii*. La proportion des autres éléments tels que le phosphore et le potassium est relativement faible. Ce système cultural qui utilise les émondes des légumineuses locales permet l'augmentation de la production des plantains au second cycle cultural (Dhed'adjailo *et al.*, 2019).

2.5. Grandes zones de production bananière en RDC

Du point de vue climatique, la RDC comporte 3 zones : la zone équatoriale, la zone tropicale et la partie montagneuse de l'Est dont fait partie la région du Kivu. Bien que le bananier soit cultivé partout en RDC, il existe deux grandes zones de production qui sont la Province du Kongo-Central et la périphérie de Kinshasa d'une part (zone tropicale) et la région de l'Est: les deux Kivu, Maniema et la Province Orientale (zone montagneuse) (Ndungo, 2008).

Les grands centres de consommation sont des villes situées à proximité des zones de production. Il y a les villes de Kinshasa, Matadi, Bukavu, Goma et Kisangani (Bakelana et Muyunga, 1999 ; Ndungo, 2008).

2.6. Cultivars exploités en RDC

La RDC possède une grande diversité de cultivars de bananiers, surtout en ce qui concerne les bananiers plantains dont certains restent encore non identifiés. Plusieurs d'entre eux sont cultivés dans les zones forestières et d'autres dans les savanes. Le tableau 4 présente les quelques cultivars des bananiers en culture en RDC ainsi que leurs caractéristiques agronomiques principales.

Tableau 5: Quelques cultivars des bananiers et leurs caractéristiques agronomiques certifiés par SENASEM.

Cultivars	Type variétal	Cycle végétatif (mois)	Poids du régime (kg)	Nbre des mains/régime	Réaction aux maladies et ravageurs	Aire de culture
BS210	Plantain	14	20	9	-	Kongo-central
BUBI	Plantain	12-13	19	5-8	-	Kongo-central
DIYIMBA	Plantain	12-13	10-15	5-7	Tolérante aux principales maladies	Kongo-central/ Bas-Fleuve
FHIA21	Plantain	14	23	7	Tolérante à la cercosporiose, sensible à bunchy-top, à la fusariose, aux nématodes et aux charançons	Kongo-central
MFUBA NDONGILA	Plantain	13-15	30	-	Moyenne à la virose	Kongo-central/ Cataractes
NSELUKA	Plantain	13-14	16	5-6	-	Kongo-central/ Cataractes
NSIKUMUNA	Plantain	12-13	45	18-22	-	Kongo-central/ Cataractes
ORICHELE	Plantain	13-15	18-20	7	Sensible à la cercosporiose, Bunchy-Top, résistante à la fusariose, sensible aux nématodes et aux charançons	Kongo-central
BITA3	A cuire	12-13	15-20	8-10	Sensible à la fusariose, moyenne à la cercosporiose, restante à Bunchy top.	Kongo-central
CARDABA	A cuire	16-17	15	7	Résistante à Bunch top, tusariose, suscepible à la cercosporiose	Kongo-central/ Bas-Fleuve
FHIA25	A cuire	17	51	14	Résistante à Bunchy top, fusariose, tolérante à la cercosporiose	Kongo-central/ Bas-Fleuve
SABA	A cuire	15-17	20-25	8	Tolérante aux maladies fongiques	Bas – Congo
FHIA 01	Dessert	15	30	8	Sensible à Bunchy top, fusariose, tolérante à la Cercosporiose	Kongo-central/ Bas-Fleuve
FHIA 3	Dessert	13	20	7	Sensible à Bunchy top, fusariose, tolérante à la Cercosporiose	Kongo-central/ Bas-Fleuve
FHIA 23	Dessert	17	24	12	Résistante à Bunchy top, fusariose, tolérante à la cercosporiose	Kongo-central/Bas-Fleuve
IBOTA (Yangambi km5)	Dessert	-	-	-	Résistante à la cercosporiose, Bunchy top.	Province Orientale
SH 3640	Dessert	14	25	8	Résistante à Bunchy top, tolérante à la cercosporiose, sensible à la fusariose	Kongo-central(District du Bas-Fleuve)
GROS MICHEL	Dessert	12-13	26-30	7-10	Moyenne aux maladies, mais sensible à la cercosporiose	Toutes les provinces de la RDC
MAFUTA	Dessert	12-13	20-25	6-8	Moyenne résistante aux principales maladies	Kongo-central/ Cataractes
MWASI ZOBA	Dessert	15-17	16-20	6-10	Sensible à la virose	Kongo-central/ Cataractes

Source: [SENASEM, 2019](#).

Le **tableau 5** renseigne que lorsqu'on procède à une sélection d'un cultivar pour une grande production, le poids du régime seul ne devrait pas être utilisé comme critère, mais plutôt le cycle végétatif. Le cultivar doit aussi réunir d'autres qualités telles que la réaction aux maladies et la grosseur de fruits (qui dépend en grande partie du nombre de mains sur régime : moins il y a de mains sur régime, plus gros seront les fruits).

C'est ainsi par exemple dans le groupe de plantains, on peut remarquer que les cultivars MFUBA NDONGILA et FHIA21 produisent un régime lourd, mais nécessitent plus de temps (14-15 mois) pour atteindre la maturité. Donc une variété comme BUBI serait le plus rentable avec une production aussi élevée et ayant un cycle de vie court.

En ce qui concerne les bananes à cuire, on peut par exemple, admettre que le cultivar BITA3 est rentable que les autres cultivars (allusion faite au cycle de production).

Quant au groupe de bananes dessert, la variété Gros Michel serait plus rentable avec une production élevée en peu de temps que les autres variétés du groupe nécessitant plus de temps pour atteindre la maturité.

o **Zone montagneuse de l'EST**

Le bananier est cultivé presque chez toutes les familles sous différentes formes :

a) **Culture de case** : Selon [Dhed'adjailo et al. \(2011\) cité par Onautshu \(2013\)](#), les jardins de case sont des systèmes d'exploitation permanents de culture et d'élevage, stratifiés et très diversifiés, situés autour des maisons où l'accent est mis sur les espèces végétales domestiques à usages multiples, ligneuses et herbacées.

Dans la région de Kisangani, la plupart des bananiers sont cultivés dans l'arrière-cour. Cinq à quinze cultivars des bananiers et plantains y sont cultivés, c'est-à-dire le champ comporte une mosaïque de cultivars de bananier, et leur choix ne dépend pas d'un critère précis. Le rendement par surface est de loin élevé à cause de la densité de plantes très élevée. La densité élevée provient du fait que les plantes ne sont jamais éclaircies ([Frison et Sharrock, 1999](#)).

b) **Culture en association** : Au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'habitation, les écartements entre les bananiers deviennent plus grands afin de

permettre l'association de diverses cultures vivrières d'intérêt local. Le bananier est souvent associé à une ou deux autres cultures importantes : haricot, patate douce, manioc, sorgho, taro, etc. ([Onautshu, 2013](#)).

c) **Culture pure** : Etant donné que le bananier est un gros consommateur d'eau, en culture pure, on plante dans les zones à pluviométrie suffisante, à une densité de 2,5 m x 2,5 m. Pour les zones à pluviométrie moyenne, la densité de plantation est de 3 m x 2 m. S'il s'agit d'un terrain d'ouverture, on doit d'abord le labourer pour ameublir le sol. On plante également dans une ancienne plantation pour remplacer les vieilles souches ([Kwa, 2009; Dhed'adjailo et al., 2011](#)).

o **Zone de basse altitude de L'Ouest**

La culture des bananiers est particulièrement importante dans les zones forestières où elle constitue le système « sylvo-bananier », tandis que dans les zones de savane, elle constitue une culture de case ([Bakelana et Muyunga, 1999](#)).

Selon [Ndungo \(2008\)](#), l'utilisation de rejets provenant du champ comme matériel de plantation (rejets) est une pratique courante. Ainsi, la performance variétale est choisie par le cultivateur en fonction de son expérience, ce qui est un atout considérable. La banane plantain reste l'une des principales cultures du District du Bas-Fleuve. Avant l'indépendance, des sociétés de culture et d'exportation avaient développé de grandes plantations. Mais depuis leur fermeture, la banane est restée exclusivement l'activité des paysans. Depuis lors, on observe une régression nette de la production et une surenchère dans les centres de consommation. Dans le District du Bas-Fleuve, la culture de bananier plantain a un rendement moyen respectivement de 5,9 t/ha et 4,5 t/ha durant la période 1990-1994 ([Anonyme, 1998](#)).

2.7. Evolution globale de la production de banane et de plantain en RDC

La banane fait partie des produits les plus importants pour la sécurité alimentaire de la RDC. On estime la production annuelle totale à plus de 1.552.060 tonnes de banane. La Province orientale est la première en terme de production avec environ 31,1% et toute cette production est consommée localement ([Onautshu, 2013](#)).

Tableau 6: Rendements de certains cultivars dans la province du Kongo-central/RDC

N°	Cultivars	Rendement moyen en milieu contrôlé (Kg/plante)	Hauteur (cm)	Cycle végétatif (mois)
1	BUBI (Plantain)	19	Moyenne	12 à 13
2	MFUBA NDONGILA (Plantain)	30	230-300	13 à 14
3	BITA 3 (Banane à cuire)	15 - 20	310-320	12 à 13
4	NSIKUMUNA (Plantain)	45	Haute	12 à 13
5	NSAKALA (Plantain)	22	Moyenne	12 à 13
6	GROS MICHEL (Banane de table)	26 - 30	> 300	12 à 13
7	FHIA 25 (Banane à cuire)	51	Moyenne	16 à 18
8	MAFUTA (Banane de table)	20 - 25	320	12 à 13

Source : Anonyme, 2006.

o **Exportation et importation des bananes**

La RDC n'importe pas de bananes de l'étranger mais compte tenu de la baisse de la production à l'Est du pays suite aux attaques des maladies et de l'instabilité politique qui entraîne la fuite des paysans, il y a risque de voir les marchés des villes de Goma et de Bukavu être approvisionnés par les pays voisins de la région tels que le Rwanda et le Burundi.

Quant à l'exportation, Tshilenge (2011) indique que c'est depuis 1960 que le pays n'exporte pas de la banane vers l'Europe, alors qu'il le faisait pendant la colonisation. La population cultive toujours la banane mais, il n'y a pas jusqu'ici de plantations industrielles de la banane. Sauf quelques personnes autour des grandes agglomérations qui commencent à s'intéresser à cette culture.

Il s'agit ici d'une économie où le paysan cherche à se suffire en vivres et, en même temps, à réaliser un revenu monétaire. Dans ce système, l'excédent de la production de bananes plantain est vendu sur les marchés locaux.

o **Contraintes et problèmes rencontrés à la production**

La production bananière est confrontée à beaucoup de problèmes qui constituent des contraintes majeures. Ces contraintes sont d'ordre agro-climatique et socio-économique.

✓ **Contraintes agro-climatiques**

a) **Pauvreté de sols cultivables (chute rapide de la fertilité)**

Les sols de la RDC sont en grande partie ferrallitiques, lessivés et acides. Sans apport de fumures minérales et organiques, leur fertilité se détériore rapidement après la mise en culture (Kufinfu et Muyunga, 1998). Les terres congolaises ne peuvent donc être cultivées d'une façon continue. Elles demandent d'être reconstituées après chaque cycle de culture. Malheureusement, l'usage de fumier, de composte ou d'engrais chimiques n'est pas de règle dans les milieux indigènes.

b) **Qualité du matériel végétal**

Le matériel de plantation utilisé par les paysans, est pour l'essentiel constitué par des rejets « tout venant », comprenant à la fois de cultivars locaux et de cultivars améliorés introduits par la colonisation belge dans les années 1950, mais aujourd'hui en état de « dégénérescence ». Les paysans obtiennent du matériel de plantation à partir de leurs propres champs, par échange avec les voisins, et rarement sur le marché. Ces rejets sont directement transplantés dans d'autres champs sans traitement préalable ni passage en pépinière de multiplication.

c) **Maladies et ravageurs**

En ce qui concerne, les maladies, l'on constate qu'en RDC le bananier est attaqué par la maladie virale du Bunchy top, la maladie des raies noires et les attaques des ravageurs tels que les nématodes et les charançons. Des pertes de rendement de 76% dues à la cercosporiose noire ont été rapportées pendant le second cycle de production, tandis que les effets combinés de la maladie, des ravageurs et du déclin

de fertilité du sol réduisait le rendement de 93% (Mobambo, 2002).

Selon Ndungo (2008), la culture de bananier est aujourd'hui menacée par le Wilt bactérien et *Xanthomonas wilt* (BXW) dans la partie Est de la RDC en général. Dans cette partie, ce fléau est présent sur une bande d'environ 800 km de long et de 100 Km de large allant du Sud-Kivu (Territoire de Kalehe) jusqu'en Province orientale (Territoires de Irumu, Mahagi) en passant par la Province du Nord-Kivu (Territoires de Nyiragongo, de Masisi et de Beni) ». Actuellement, le wilt bactérien du bananier est en train de causer une chute alarmante de la production et des revenus; il se pose par ailleurs un grave problème de sécurité alimentaire dans ces zones où la banane constitue l'aliment de base. Les enquêtes menées par la FAO à Kitchanga (dans le Nord Kivu) ont montré que le revenu annuel des agriculteurs, qui était en moyenne de 1 600 dollars américains par hectare, a été très affecté par cette maladie (Anonyme, 2011).

✓ **Contraintes socio-économiques**

a) Absence d'encadrement et de formations du paysan par l'Etat.

Les paysans continuent d'utiliser les méthodes traditionnelles et les efforts faits par le gouvernement pour les aider à produire plus, demeurent insuffisants. La culture souffre donc d'encadrement technique, matériel et financier de la part de l'Etat. Le gouvernement de la RDC a essayé de financer quelques activités agricoles, mais presque rien n'a été engagé pour la culture bananière, considéré peut-être à tort comme culture facile (Kufinfu et Muyunga, 1998).

b) Mauvais état de l'infrastructure routière

Le transport rural en RDC est problématique, transporter les récoltes du centre de production aux centres de consommation ou de commercialisation est un calvaire. La plupart de routes se trouvent dans un état de délabrement trop avancé. Les pistes sont en mauvais état, des ponts sont détruits ou absents, ainsi que les bacs de traversée de rivière, rendant pénible et souvent impossible la commercialisation de la banane. Cette difficulté de transport forme l'un des principaux obstacles au développement de la culture.

D'après les études de l'INIBAP (1998), les conditions difficiles dans lesquelles les bananes sont commercialisées occasionnent d'importantes pertes qui s'élèvent à plus de 50% et se répartissent comme suit : 30% au niveau du producteur ; 16,1% au niveau du transporteur ; 4,5% au niveau du grossiste et 9,5% au niveau du détaillant. Les bananes et les plantains coûtent relativement cher pour les consommateurs.

c) Mauvaise organisation du marché

Le système de commercialisation de la filière de la banane fait face à de nombreuses contraintes, citons :

- Absence de vrais entrepreneurs agricoles avec une maîtrise parfaite de coûts de production et des recettes;
- Inorganisation générale de la commercialisation:
 - **Pas d'acteurs organisés.** Les échanges commerciaux se font aux champs, dans les villages, le long des axes routiers, aux marchés locaux et urbains. Les prix sont négociés entre producteurs et acheteurs, mais au final ce sont les acheteurs qui imposent leur prix.
 - **Peu d'information sur les marchés.** Les producteurs ont un accès limité à l'information sur les prix moyens pratiqués sur les marchés. Cet état de chose fait que le producteur dispose d'un pouvoir de négociation très faible.
 - **Méthodes et moyen de transport inadéquats.** Les méthodes et les conditions de transport laissent à désirer, entraînant des pertes significatives au cours de l'approvisionnement vers les marchés urbains. Dans la majorité de cas, les bananes sont transportées en vrac. Ce qui aggrave les pertes physiques post-récolte et influe à la fois sur la qualité et le prix final (Tollens, 2004).
- Peu d'applications technologiques, post-récolte qui pourrait permettre de réduire les pertes estimées aujourd'hui à plus de 50%.
- La périssabilité du produit (durée de conservation moins de 10 jours). A cause de la

nature périssable de fruits, l'importance des pertes après récolte est grande (Mobambo et al., 2010).

d) Absence de crédit

L'implication de l'Etat dans le financement de l'agriculture est aujourd'hui très faible. Les banques commerciales n'accordent pratiquement pas de financement dans les zones rurales, où l'activité agricole est jugée trop risquée et trop coûteuse à suivre.

2.8. Systeme agroforestier

L'agroforesterie qui réfère à l'introduction ou à la rétention délibérée et la gestion des arbres et/ou des animaux dans les champs de façon spatiale ou séquentielle, a de tous temps été pratiquée par l'homme. Un exemple nous vient de la Bible qui parle du jardin d'Eden. En Afrique, les jardins de case dans lesquels sont retrouvés des cultures vivrières, des arbres fruitiers et médicinaux, des petits ruminants, sont courants en zone rurale. En Afrique tropicale, la rétention des arbres à usages multiples lors du défrichage d'un site pour établissement des cultures vivrières est une pratique courante (Mc Neely, and Schroth, 2006).

Pour cette raison, l'agroforesterie est souvent présentée comme un nouveau nom pour une ancienne pratique. Plusieurs définitions ont été données à l'agroforesterie depuis son avènement comme une discipline entière dans les sciences agricoles (matérialisée par la création du Centre Mondial d'Agroforesterie/ICRAF en 1977), et la plus répandue est celle de Leakey (1996) qui a défini l'agroforesterie 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 durablement la production pour des bénéfices sociaux, environnementaux et économiques élevés' (Mc Neely, and Schroth, 2006).

o Classification des systèmes agro-forestiers

La classification des systèmes agro-forestiers peut être effectuée selon plusieurs critères, dont la plupart ont été énoncés par Nair et al. (2009). Ces critères sont:

- La composition et l'arrangement des différentes composantes du système (structure);

- La fonction des ligneux dans le système (brise-vents, ombrage, conservation du sol...);
- Le niveau de gestion des intrants ou l'intensité ou échelle de gestion et buts commerciaux ;
- Les conditions environnementales et la convenance écologique du système (basée sur l'hypothèse selon laquelle certains types de systèmes pourraient être plus appropriés que d'autres pour certaines raisons écologiques); par exemple on peut développer des ensembles séparés de systèmes agro-forestiers pour les zones arides et semi-arides, les tropiques humides de basse altitude, les zones d'altitude sous les tropiques...

L'agroforesterie étant **un nouveau nom pour une ancienne pratique**, on peut aussi classer les systèmes agro-forestiers en "systèmes traditionnels" et "systèmes développés par la recherche" **selon la localité** pour résoudre un problème précis (Duguma et al., 1994).

a) Classification des systèmes agro-forestiers selon la structure

La structure implique la nature et l'arrangement des composantes des éléments qui forment le système agro-forestier. Trois éléments principaux entrent dans la composition de tout système agro-forestier classique: l'arbre, l'herbacée (plante agricole ou fourragère), et l'animal. Généralement dans tout système agro-forestier, les herbacées sont présentes, à l'exception de l'apiculture et de l'aquaculture avec des arbres, et des associations de deux ligneux pérennes (café-hévéa, cacao, café et thé sous ombrage...). Un élément important des associations en agroforesterie est **l'interaction économique et écologique entre les différentes composantes**; c'est ainsi que l'on peut citer des systèmes sylvo-pastoraux (exemple: Palmier et bovins), des systèmes agri-sylvicoles (agriculture-arbres), des systèmes agro sylvo-pastoraux (agriculture-arbres-animaux) (Nair et al., 2009).

Ces éléments sont arrangés dans un système agro-forestier de manière spatiale ou temporelle. Les arrangements spatiaux vont des systèmes denses mixtes (jardins de case) aux systèmes peu abondamment mélangés.

Une autre forme d'arrangement des composantes de système agro-forestier consiste en l'occupation de l'espace aérien en différentes strates (Sinclair, 1999). Les arrangements temporels vont de l'agriculture itinérante conventionnelle (champ-jachère de longue durée avec arbres-champ) aux jachères améliorées (champ-légumineuses annuelles-champ).

b) Classification selon la fonction des ligneux dans le système

Les arbres apportent aux systèmes agro-forestiers la diversification de la production et la durabilité de cette production (d'où le rôle de protection des ressources). A titre d'exemple, les espèces suivantes *Acacia nilotica* ou *Leucaena leucocephala* permettent de contrôler les mauvaises herbes telle *Imperata cylindrica* et enrichir le sol en azote dans les jachères améliorées (Macdicken et al., 1997). Les ligneux inclus dans un système agro-forestier peuvent fournir (ou permettre d'obtenir) les produits suivants :

- Bois (bioénergie, construction) ;
- Aliments (fruits : *Dacryodes edulis*, épices-graines de *Ricinodendron heudelotii*) ;
- Stimulants (graines de *Garcinia kola* et *Cola acuminata*) ;
- Miel (fleurs de *Calliandra calothyrsus*) ;
- Arôme (fruits de *Inga edulis*) ;
- Matière grasse (graines de *Baillonella toxisperma*) ;
- Produits médicinaux (écorces de *Annickia chlorantha*) ;
- Fourrage pour animaux (feuilles de *Calliandra calothyrsus*).

La durabilité de la production d'un système agro-forestier peut être obtenue à partir des services suivants fournis par les arbres dans ce système :

- Lutte contre les adventices (mauvaises herbes) ;
- Fixation de l'azote au sol (*Leucaena leucocephala*, *Inga edulis*...) ;
- Paillage (engrais vert) provenant des branches de *L. leucocephala*, *C. calothyrsus*... ;
- Ombrage pour cultures pérennes ;

- Fixation du carbone ;
- Lutte contre l'érosion (haies).

Il faudrait aussi signaler les produits fournis par les animaux (lait et produits laitiers, viande, bioénergie-bouses séchées de bovins) et les services offerts par ces animaux (lutte contre les adventices-pâturage dans les palmeraies par exemple).

c) Classification selon le niveau de gestion des intrants socio-économiques

Lundgreen (1982) a distingué trois types de systèmes agro-forestiers: commercial, intermédiaire et de subsistance. Le système agro-forestier est dit commercial si l'objectif principal est la vente de la récolte. L'unité de production ici appartient généralement à l'état ou aux compagnies privées, les opérations se font à moyenne ou à grande échelle, et la main-d'œuvre est payante (ouvriers : grandes palmeraies par exemple où l'élevage bovin est pratiqué) ou contractée (système de *Taungya* en Asie du Sud-est).

Le système de subsistance est celui dans lequel les agriculteurs produisent la plus grande partie de ce qu'ils consomment, ou alors consomment la plus grande partie de leur production. Ces agriculteurs sont généralement de pauvres paysans, et ceux qui ne peuvent pas produire assez pour satisfaire les besoins de leur famille rentrent aussi dans la catégorie des planteurs de subsistance. Dans ce système, l'utilisation de la terre sert principalement à satisfaire les besoins de base du paysan et de sa famille; sont donc retrouvés ici les champs de culture vivrière (agriculture itinérante sur brûlis), les jardins de case, ainsi que les cacaoyères et caféières de moindre importance-en termes de superficie-appartenant aux planteurs. La main-d'œuvre est généralement familiale, et le surplus de la production vivrière est vendu, tandis que les cultures de rente sont supplémentaires et sont principalement le cacao, le café, l'hévéa, le thé...

Le système est dit intermédiaire lorsqu'il se situe entre les systèmes de subsistance et commercial en termes de production et de gestion, à savoir que les cultures de rente sur des superficies de moyenne importance sont la source des revenus, et les champs vivriers alimentent le ménage. Généralement les paysans sont les propriétaires de la terre, ou ont un

droit d'usage à long terme de la terre, et ont une petite main d'œuvre temporaire. Ce qui différencie ce système des deux précédents est la taille de la possession et la prospérité économique. Les cacaoyères et caféières rencontrées dans le Bassin du Congo entrent dans cette catégorie.

d) Classification basée sur les conditions environnementales et les convenances écologiques

Les systèmes agro-forestiers pratiqués sous les tropiques, et la caractérisation de presque tous ces systèmes est relative aux conditions écologiques des différentes régions géographiques dans lesquels ils étaient (ces systèmes) pratiqués. On a ainsi des systèmes adaptés aux hautes terres sous les tropiques, ceux pratiqués dans les basses terres humides, ceux pratiqués dans les zones semi-arides... On peut citer les plantations de montagne de l'Ouest du Népal, l'intégration des arbres à usages multiples sur les montagnes du Rwanda (Bourke, 1984).

Si les caractéristiques agroécologiques peuvent être utilisées comme base pour concevoir un système agro-forestier, la zone agroécologique à elle seule ne peut pas être utilisée pour classer ces systèmes, car la plupart des systèmes agro forestiers sont retrouvés dans toutes les zones écologiques (Nair et al., 2009). Des conditions écologiques similaires peuvent être retrouvées dans des zones géographiques différentes, raison pour laquelle il est possible d'adapter un système agro forestier ayant été développé par exemple en Amérique Latine, en Afrique tropicale. Toutefois, il est important de considérer le contexte (facteurs sociaux, économiques, la culture) lors du transfert de technologie, raison pour laquelle les systèmes et pratiques agroforestiers doivent être essentiellement participatifs.

2.9. Différents systèmes et pratiques agro-forestiers rencontrés dans le bassin du Congo

Il convient au préalable de distinguer le système agro-forestier qui est un exemple spécifique local

d'une pratique caractérisée par un environnement, des espèces végétales et leur arrangement, leur gestion et fonctionnement socio-économique, de la pratique agro forestière qui est un arrangement distinct de composants dans l'espace et dans le temps. Des pratiques similaires sont retrouvées dans divers systèmes sous des situations différentes. Ainsi, plus d'une centaine de systèmes agroforestiers répertoriés sous les tropiques consistent à environ 20 pratiques agro-forestières. *La distinction entre les systèmes et les pratiques en agroforesterie est souvent difficile, raison pour laquelle ces termes sont souvent utilisés de façon synonyme, puisqu'ils désignent tous deux des formes d'utilisation des terres.* Il faudrait toutefois souligner qu'une pratique agroforestière a pris de l'ampleur dès le milieu des années 90 sous les tropiques, à savoir la domestication participative des essences agro-forestières de haute valeur (Leakey et al., 2005).

Cette pratique est plutôt une agrotechnologie (terme désignant une intervention scientifique en vue de modifier une pratique ou un système existant), en ce sens qu'elle est une autre forme d'introduction des arbres et herbacées à usage multiple dans les champs (Tchoundjeu et al., 2006). La structure spatiale d'occupation des terres en zone forestière humide dans les tropiques se présente comme suit : *les habitations, les jardins de case, les cultures de rente* (qui sont le plus souvent des cultures pérennes, telles la cacaoculture ou la caféiculture), *les champs de cultures vivrières et jachères, et la forêt.*

Dans les zones de montagne (à forte densité humaine), l'occupation spatiale se fait par concessions divisées par des haies, chaque concession étant constituée de maisons d'habitation et d'un espace agro-pastoral ; plus loin, on retrouve des champs de cultures pérennes (café ou thé par exemple), divisés par des haies, et la forêt.

○ Jardins de case

Les jardins de case sont constitués d'un assemblage de d'arbres, d'arbustes, de plantes herbacées et de lianes entretenus aux alentours de la maison par le ménage, et dont les produits sont utilisés premièrement à des fins de consommation;

Cette flore sert aussi parfois d'ombrage pour le bétail, ou d'ornement. Un jardin de case peut être défini comme une association d'arbres et d'arbustes à usages multiples, de plantes annuelles ou pérennes et/ou de bétail, dans la concession familiale, ce système complexe étant géré par la main d'œuvre familiale.

De par leur fonction première qui est la subsistance (alimentaire et médicinale) du ménage, les jardins de case sont le plus souvent composés d'arbres fruitiers, de légumes, de plantes médicinales, de plantes à tubercules, des bananiers-plantains et bananiers doux, des plantes à usage multiples et des fruitiers locaux. On y retrouve parfois des cultures pérennes tels que le cacao, le palmier à huile ou le café, mais la différence entre les jardins de case et les champs de culture pérenne est que les premiers occupent une superficie plus réduite. Un inventaire des structures et fonctions des jardins de case a été effectué par [Nair et al. \(2009\)](#).

Cet inventaire a permis de classer les jardins de case par région selon les aspects biophysiques et socio-économiques, et de décrire les différentes compositions des jardins de case en zone tropicale ([Wezel et Bender, 2003](#)). Le choix des espèces incluses dans les jardins de case dépend de l'utilisation des produits que ces espèces procurent ([Gajasen et Gajasen, 1999](#)). [Gajasen et Gajasen \(1999\)](#) décrivent les jardins de case des forêts humides de basse altitude du Cameroun selon une approche floristique et structurelle, et une approche socio-économique. Ainsi, les jardins de case dans cette zone sont constitués d'une avant-cour destinée aux plantes ornementales, et d'une arrière-cour, plus vaste, où sont cultivés les plantes vivrières et les fruitiers. Trois groupes d'espèces ont caractérisé les jardins de case de cette zone, selon leur cycle biologique et leurs utilisations.

— Le premier groupe est constitué du maïs (*Zea mays*), qui peut être associé à d'autres cultures annuelles telles que le haricot (*Phaseolus vulgaris*) et l'arachide (*Arachis hypogaea*).

— Le second groupe est constitué par des espèces vivrières pluriannuelles telles que le plantain (*Musa spp*), le manioc (*Manihot esculenta*)...

— Le troisième groupe est constitué principalement d'espèces fruitières (*Dacryodes edulis*-safoutier, *Mangifera indica*-manguier, *Citrus spp.*-agrumes, *Cocos nucifera*-cocotier, ...) et d'autres arbres à usages divers. Ces jardins de case ont une fonction essentiellement alimentaire, alors que les jardins de case 'Chagga' en Tanzanie ont une vocation plutôt commerciale, et sont constitués essentiellement de café arabica et de bananier.

Aussi, les jardins de case tropicaux ont un microenvironnement plus favorable qu'en dehors, avec des températures au sol et dans l'atmosphère plus basses, et une humidité relative plus élevée.

○ Champs de culture pérennes

Ils sont le plus souvent composés à la base de cacaoyers (*Theobroma cacao*), de caféiers (*Coffea arabica* et *Coffea canephora*), de palmiers à huile (*Elaeis guineensis*), de cocotiers (*Cocos nucifera*), de thé (*Camellia sinensis*), d'anacardier (*Anacardium occidentale*), d'hévéa (*Hevea brasiliensis*), de poivre noir (*Piper nigrum*), du vanillier (*Vanilla planifolia*, surtout à Madagascar), auxquels on associe d'autres espèces. Ce sont essentiellement des spéculations de rente, et bien que certaines de ces espèces soient originaires des tropiques (cacaoyer, vanillier et hévéa originaires de l'Amérique Latine, et caféier originaire de l'Ethiopie l'espèce arabica serait originaire de l'Afrique Centrale, leur culture ou leur introduction coïncide avec la colonisation de la région. La recherche a mené des travaux pendant plusieurs années pour accroître la production, mais très peu a été fait à date pour l'intégration des arbres et des animaux dans les champs de culture pérenne. Certaines cultures vivrières à croissance rapide (bananier-plantain par exemple) sont aussi utilisées comme ombrage lors des premières années de croissance du cacaoyer.

D'autres arbres fruitiers sont souvent plantés pour servir d'ombrage (manguier, avocatier, safoutier) ([Isaac et al., 2007](#)).

On désigne par "*cultures en couloirs*" les plantations dans lesquelles des espèces pérennes sont associées aux espèces annuelles, et par "*cultures mixtes*" les plantations dans lesquelles des espèces pérennes sont associées à d'autres espèces pérennes.

Le choix de l'espèce à introduire dans un champ de culture pérenne dépendra de diamètre de la canopée et du volume racinaire de la culture pérenne pendant sa phase de croissance, de la luminosité (si l'espèce d'intérêt tolère ou pas l'ombrage), de l'interaction possible entre la culture pérenne et l'espèce associée, du cycle biologique de l'espèce associée, et de sa valeur autant alimentaire, médicinale que commerciale dans la région (Isaac et al., 2007).

D'autres facteurs tels que l'hébergement de parasites (pour la culture d'intérêt première) par la culture associée seront aussi pris en considération. Un autre système impliquant l'association des cultures annuelles et des essences forestières durant les premières années d'établissement de la plantation forestière est le 'Taungya' (taung=colline ; ya = culture) dont la pratique remonte aux débuts du 20^{ème} siècle; la terre appartient à l'Etat, qui permet aux paysans de cultiver leurs espèces d'intérêt (cultures annuelles) dans les parcelles, tout en s'occupant des jeunes plants d'essence forestière. Cet accord va durer deux ou trois ans, années pendant lesquelles l'espèce forestière étend sa canopée, tandis que la fertilité du sol décroît, et qu'une partie du sol est perdue par érosion (Nair et al., 2009).

Bien que le bois soit le produit ultime du *Taungya* (le teck-*Tectona grandis*-, et le *Gmelina arborea* y sont très répandus), ce système est un exemple de culture séquentielle de ligneux et de plantes annuelles. La culture des plantes annuelles ici est dépendante de la disponibilité de l'espace et de la lumière basée sur la disposition spatiale des arbres (Soto-Pinto et al., 2010).

o Culture en couloirs (alley cropping)

La culture en couloirs est un système agro-forestier dans lequel les plantes agricoles sont cultivées dans des allées formées par des haies de légumineuses (arbres ou herbacées). Une distinction est parfois faite entre le "fermage en couloirs" (alley farming), qui implique l'élevage dans le système, et la culture en couloirs proprement dite (sans élevage). La culture en couloirs, largement vulgarisée pendant les années 1980 et 1990 par ICRAF sous les tropiques, consiste à cultiver des spéculations agricoles entre des haies de légumineuses. Ces légumineuses (généralement des arbustes, *Leucaena leucocephala*, *Sesbania grandiflora*, *Calliandra calothyrsus*) sont taillées

durant la croissance des spéculations d'intérêt pour prévenir l'ombrage, et réduire la compétition entre ces légumineuses et les plantes agricoles pour la lumière, les nutriments et l'humidité du sol.

Le principe est la fixation de l'azote au sol par ces légumineuses (afin de maintenir la fertilité du sol pendant la culture), tout en évitant les compétitions entre ces légumineuses et les spéculations agricoles d'intérêt. Les produits de la taille (rameaux, feuilles...) des légumineuses servent aussi à enrichir le sol (paillage; apport de la matière organique), et constituent une source de combustible (bois) pour les ménages. Les pionniers des travaux sur la culture en couloir en Afrique sub-saharienne sont BT Kang et DUU Okali (International Institute of Tropical Agriculture), Bahiru Duguma (ICRAF Cameroun), Freddy Kwesiga et Bashir Jama (ICRAF Afrique de l'Est). Le développement et la mise en place de ce système dans une région donnée doivent être focalisés sur les objectifs suivants :

- Identifier la légumineuse appropriée pour la zone écologique d'intérêt (*Cassia siamea* est plus approprié que *Leucaena leucocephala* dans les zones semi-arides, Jama-Adan et al. 1993) ; en plus, des études ont révélé que le *Calliandra* est plus approprié que *Leucaena leucocephala* (qui est devenu une mauvaise herbe invasive) dans les basses terres humides de zone de forêt humide (Kanmegne and Degrande, 2002) ;
- Déterminer le nombre de haies adéquat par hectare (il est possible d'établir 20 haies de *L. leucocephala* de 100 m de long séparées de 5 m sur 1 ha ; on peut aussi établir des haies séparées de 2 m), et partant 'la perte d'espace' agricole due à ces haies ;
- Déterminer la période de rotation jachère-culture optimale, ainsi que le temps nécessaire pour effectuer la première taille de la légumineuse ;
- Déterminer l'intensité de la taille (fréquence des tailles) de ces légumineuses ;
- Tenir compte de la pente du terrain dans la région, les haies étant efficaces dans la lutte contre l'érosion ;
- Tenir compte de l'effort fourni par les ménages pour la mise en place et l'entretien du système.

Généralement, une première taille est faite sur les légumineuses un an après la mise en place du système, et les spéculations d'intérêt sont cultivées dans les couloirs. Non seulement la culture en couloir fixe l'azote au sol, mais des études ont prouvé qu'elle apporte d'autres nutriments au sol en P, K, Ca, Mg. Cette pratique permet aussi de récolter plus de 8 T de matière sèche par ha et par an, matière qui peut être utilisée pour le paillage permettant d'augmenter la matière organique au sol et aussi, de relever les propriétés chimiques. Des espèces comme *C. siamea* et *Inga edulis*, grâce de la lente vitesse de décomposition de leurs feuilles, peuvent être utilisées pour la lutte contre l'érosion et l'augmentation de la matière organique du sol (Degrande et al., 2007).

Il apparaît donc que ce système agro-forestier est une alternative à quatre problèmes de gestion des ressources naturelles: **disponibilité de la terre, baisse de la fertilité des sols (causée par les jachères de courte durée), érosion des sols, et manque de combustibles**. En plus, la culture en couloir permet d'obtenir des nutriments pour le sol (Duguma et Tonye, 1994).

En effet, 52% des ménages impliqués dans l'essai des jachères améliorées indiquent que plus de la moitié de leurs sols ont une bonne fertilité, et par conséquent ne perçoivent pas la baisse de fertilité comme un problème (Degrande et Duguma 2000).

En réalité, plusieurs problèmes se posaient à l'adoption des cultures en couloirs, de la pépinière (remplissage des sacs polyéthylène pour les jeunes plants, approvisionnement en sacs, arrosage-surtout en saison sèche), à la mise en place des arbres (pénibilité du travail, tailles...).

Hormis les contraintes techniques à l'adoption des jachères améliorées avec arbustes, il faut ajouter les droits de propriété du terrain, car les paysans pauvres qui n'ont pas un titre de propriété à long terme ne peuvent pas s'investir dans les jachères améliorées à arbustes, dont les bénéfices se font sentir à long terme ; en outre, la production du bois (comme combustible) n'est pas une contrainte dans les zones de forêt (présence des arbres dans les forêts). Face à ces difficultés, une alternative a été proposée aux paysans: les jachères améliorées avec des légumineuses herbacées, telle *Cajanus cajan*. En Afrique Australe, des légumineuses arborescentes ont été utilisées pour restaurer la fertilité des sols (Mafongoya et al., 2007).

2.10. Interactions des composantes en agroforesterie

Peu d'études ont été menées sur les aspects théorique et expérimental de l'interaction en agroforesterie, en partie à cause de la complexité et de la longévité des systèmes agroforestiers. L'interaction des composantes d'un système peut se définir comme l'influence de l'une des composantes du système sur la performance des autres composantes, et sur le système (Asaah et al., 2010).

Les types d'interaction entre végétaux peuvent être classés en **amensalisme** (l'individu a un effet négatif sur un autre sans en tirer le moindre avantage), **allélopathie** (l'individu tire un avantage de la nuisance causée à son entourage : exemple du noyer qui secrète une substance qui diminue l'apparition d'autres espèces autour de lui), le **parasitisme** (le parasite se nourrit de la substance de son hôte ; bénéfique unilatéral, qui peut causer à terme la mort de l'hôte), le **commensalisme** (l'hôte fournit une partie de sa propre nourriture au commensal et n'obtient en revanche aucun bénéfice de ce dernier (relation non-destructrice), la **symbiose** et sa variante le **mutualisme** (les deux organismes sont physiologiquement indépendants, mais assument l'un vis à vis de l'autre, un rôle assimilable à une fonction organique, et leurs survies respectives sont interdépendantes) (Asaah et al., 2010).

Une interaction interspécifique peut donc être complémentaire, compétitive ou supplémentaire, et avoir lieu dans le sol (entre les racines, généralement pour l'eau et les nutriments) ou au-dessus du sol (lumière). On peut aussi classer ces interactions en arbres-herbacées ou arbres-animaux, et une interaction peut être positive (réduction de stress grâce à l'ombrage, apport de biomasse, conservation de l'eau et du sol-ligneux-herbacées, ombrage et apport de fumier-arbres-animaux ou négative (compétition pour la lumière, l'eau et les nutriments, allélopathie -ligneux-herbacées- ; phytotoxines, dégâts causés par les animaux sur les plantes, hébergement des pestes et maladies) pour les composantes (Gruenewald et al., 2007).

o Interactions positives

Les interactions entre ligneux et herbacées en agroforesterie portent sur l'amélioration du microclimat, et la disponibilité des nutriments. La présence des arbres affecte l'humidité et la température du sol, qui ont un effet sur la transpiration et l'énergie des plantes alentours. Un système agro forestier comporte au moins deux

espèces végétales, et la présence de plusieurs espèces sur une même unité de surface entraîne une compétition pour les ressources, que ce soit au niveau aérien ou dans le sol. La particularité de l'agroforesterie est que les espèces sont choisies de manière à interagir efficacement pour la conservation du sol et de l'environnement en général. En effet, les systèmes agro forestiers sont conçus de manière à optimiser l'utilisation des ressources spatiale, temporelle et physique par une maximisation des interactions positives et une minimisation des interactions négatives (Jose et al., 2000). En réalité, l'agroforesterie est basée sur l'hypothèse selon laquelle les arbres doivent acquérir les ressources que les plantes annuelles ne pourront pas utiliser (Cannell et al., 1996).

L'interaction est perçue dans ce cas comme une complémentarité (entre les ligneux et les herbacées) dans l'acquisition des ressources. Cette complémentarité dans l'utilisation des ressources du sol est aussi observée dans l'utilisation de la lumière.

Certaines espèces utilisées dans les systèmes agroforestiers, tel le cacao, sont ombrophiles (surtout les jeunes plants), et croissent de façon optimale sous canopée forestière. Pour cette raison, lors de la mise en place d'une cacaoyère, certains arbres sont épargnés afin de servir d'ombrage ; le plus souvent, et de plus en plus, ces arbres produisent aussi des fruits, graines ou écorces qui sont utilisés dans la nutrition ou la pharmacopée locale. La canopée intercepte l'énergie radiante, l'eau de pluie, et affecte ainsi la quantité de lumière (et de chaleur) qui atteint le sol, et partant, réduit la température du sol et affecte la teneur en eau du sol (Kho, 2000).

Le choix des espèces à inclure dans un système agro forestier devrait tenir compte du statut écologique (ombrophile ou xérique) des espèces, des strates occupées par ces espèces (optimisation de l'espace aérien), de la connaissance de leur système racinaire (racine pivotante ou système racinaire latérale, et couches exploitées par les racines). Plus un sol est couvert par les plantes, plus la température de ce sol tend à être constante, réduisant ainsi les amplitudes thermiques.

L'interaction ligneux-plantes annuelles dans les systèmes agro forestiers est aussi observée dans l'apport en nutriments au sol par les légumineuses

(que ce soit la fixation de l'azote ou l'apport de matière organique par les feuilles et rameaux au sol) et l'augmentation des propriétés physiques du sol (stabilisation par les racines, participation à la formation de la couche d'humus par le dépôt des feuilles et rameaux au sol) (Gruenewald et al., 2007).

○ Interactions négatives

L'interaction peut être positive pour la partie aérienne et négative dans le sol. En effet, en zone semi-aride tropicale, les interactions entre les composantes de l'agriculture en couloir de la partie souterraine se sont avérées plus importantes et négatives que celles de la partie atmosphérique. Une analyse du système racinaire a montré une abondance des racines de *leucaena* dans les premiers 30 cm du sol, où sont aussi retrouvés les racines des plantes annuelles, d'où la compétition pour les nutriments du sol.

L'interaction en milieu aérien peut aussi être plus importante et négative par rapport à celle qui se déroule dans le sol pour les nutriments ; à titre d'exemple, la compétition pour la lumière s'est avérée plus importante que celle des racines dans un système associant le maïs et le *Tectona grandis* au Nigeria.

La modification du microclimat peut aussi avoir des effets sur l'occurrence des pestes et maladies. En effet, l'ombrage favorise le développement des micro-organismes qui attaquent les plantes cultivées, et une augmentation des bactéries et champignons grâce à l'humidité est observés sous ombrage. Sous ombrage, les effets du *Phytophthora palmivora* sont plus importants sur les cacaoyers. Le bétail par piétinement cause des dégâts aux cultures. De même, la compaction du sol par le bétail est dommageable aux plantes. L'urée contenue dans les déjections liquides animales peut endommager les plantes (Gruenewald et al., 2007). Les interactions négatives en agroforesterie peuvent être minimisées par l'application de certaines techniques. En effet, une gestion optimale des composantes du système agroforestier peut accroître les bénéfices de l'interaction. Toutefois, une connaissance du système racinaire et des besoins écologiques des espèces utilisées est primordiale.

La production devrait être supérieure aux pertes, pour une durabilité du système. Dans les cultures en couloir, certaines espèces sont capables d'apporter

100 à 200 kg d'azote par ha, si le paillage est effectué, ce qui est à peu près la quantité d'azote qui est exportée dans un système mixte céréale/légume (Gruenewald *et al.*, 2007).

La capacité d'accumulation de certains nutriments dans le sol est importante en agroforesterie. Par exemple, les palmiers accumulent du potassium au sol, *Gmelina arborea* accumule le calcium au sol. L'augmentation du nombre d'arbres dans un système agroforestier entraîne une augmentation de la quantité de litière, du carbone et de l'azote au sol. Néanmoins cette augmentation entraîne une diminution de la production agricole et une baisse du carbone apporté par les racines. La décomposition de cette matière organique varie en fonction de l'espèce agro forestière utilisée (Nair *et al.*, 2009).

2.11. Différentes formes d'agroforesterie

Il existe plusieurs formes d'agroforesterie qui peuvent être récapitulées comme suit :

- Parcelles agricoles plantées d'arbres fruitiers ou fourragers ;
- Pâturage entouré d'arbres produisant du bois ;
- Ligne d'arbres brise vent ;
- Cultures en couloirs alternant les allées et les haies ligneuses ;
- Jachère arborée ;
- Plantation forestière avec culture annuelle en sous-bois.

o Effets bénéfiques de l'arbre dans le système agroforestier

Les effets bénéfiques de l'arbre dans le système agroforestier sont multiples :

- les racines des arbres « pompent » les éléments minéraux dans le profil du sol et les ramènent en surface par les débris végétaux (feuilles, branches, etc.) ;
- ces débris végétaux, au niveau du sol, sont une source d'énergie pour les pédobiocénoses, il en résulte une amélioration de la structure du sol et son enrichissement en humus ;
- par la pratique de l'émondage, on obtient du bois de chauffe ;
- les effets des bois raméaux fragmentés sur le taux de matière organique et d'humus dans le sol est positif ;

- les arbres associés aux cultures, ont un effet bio-statique et modifient favorablement le méso climat (Maldague, 2010).

L'importance du végétal dans l'occupation des espaces n'est plus à démontrer, mais il faut la prendre en charge en associant le sol qui reste un facteur déterminant mais souvent peu connu. Les acquis scientifiques attribuent au sol de nombreuses fonctions dans la biosphère, la lithosphère, l'hydrosphère et l'atmosphère. Ces fonctions permettent de comprendre les enjeux que les sols représentent pour les individus et les sociétés humaines à travers leurs activités.

Le sol permet la production de biomasse qui entretient la vie. La biomasse végétale nourrit, en particulier, les animaux et les hommes (racines, tiges, feuilles, fleurs, fruits, graines), fournit de l'énergie renouvelable et des matériaux que nous utilisons dans nos constructions ou dans nos activités artisanales (bois, tiges, feuilles). Le sol contribue au bon fonctionnement, à la qualité de la chaîne alimentaire et du cycle de l'eau (Lahmar, 1995). La question de la cohabitation entre arbres et cultures se pose des deux façons: soit en termes de juxtaposition dans l'espace (cultures associées), soit en termes de succession dans le temps (assolement) notaient Mary & Besse, (1996).

o Cultures en couloirs

C'est un système agroforestier moderne développé avec succès en Afrique tropicale, la technique consiste à créer une association profitable entre des arbres fixateurs d'azote atmosphérique plantés à des écartements variables (4 m x 3 m, 6 m x 3 m, 8 m x 3 m, etc.) et y introduire des cultures vivrières (maïs, manioc etc.) entre les lignes d'arbres. Une fois par an les arbustes sont émondés et la biomasse végétale retournée soigneusement dans le sol. La décomposition de la biomasse en matière organique apporte au sol les éléments nutritifs essentiels aux cultures intercalées (Syaka, 1997).

2.12. L'agroécologie

L'agroécologie ou agro-écologie, est un ensemble de théories et de pratiques agricoles nourries ou inspirées par les connaissances de l'écologie et des sciences agronomiques. Ces idées concernent donc l'agriculture, l'écologie, et l'agronomie, mais aussi des mouvements sociaux ou politiques, notamment écologistes. Dans les faits, ces diverses dimensions de théorie, pratique et mouvements, s'expriment en interaction les unes avec les autres, mais de façon

différente selon les milieux ou régions (Levard, 2014; Calame, 2016).

o **Definitions, contexte et enjeux de l'agroécologie**

L'agroécologie est définie comme une agriculture :

- permettant de reproduire, voire d'améliorer, les potentialités productives de l'éco-système cultivé ;
- largement autonome vis-à-vis des ressources non renouvelables ;
- produisant une alimentation diversifiée et de qualité ;
- ne contaminant pas l'environnement et des hommes ;
- qui contribue à la lutte contre le réchauffement climatique (Calame, 2016).

o **L'agroécologie, une réponse à la croisée des enjeux**

a) **Objectifs**

L'agroécologie est une agriculture qui vise à répondre simultanément à divers objectifs, ce qui implique qu'aucun de ces objectifs ne doit pas être sacrifié au bénéfice des autres. Ces objectifs sont : l'obtention de produits agricoles et alimentaires diversifiés et de qualité, en quantités suffisantes et d'une façon relativement stable (et donc prévisible) au cours du temps. La stabilité suppose une capacité d'adaptation de l'agriculture aux accidents climatiques et sanitaires ; l'amélioration et la reproduction des potentialités productives de l'écosystème cultivé; l'autonomie maximale vis-à-vis des ressources non renouvelables ; l'absence de contaminations de l'environnement (sol et sous-sol, eau, atmosphère, biodiversité, état de la faune et de la flore) et des populations. L'agroécologie peut aussi contribuer au recyclage d'éléments contaminants ; la contribution à la lutte contre le dérèglement climatique (Scholle, 2015).

Le premier objectif constitue en quelque sorte la raison d'être de l'activité agricole, en y intégrant pleinement la dimension de diversité et de qualité des produits (qualité nutritionnelle, gustative et sanitaire). Les objectifs 2 et 3 sont des effets induits positifs de l'agriculture (ou externalités positives) dans des domaines où l'agriculture « industrielle » produit, au contraire, bien souvent des effets négatifs (dégradation des potentialités productives de l'écosystème, consommation de ressources non renouvelables, contaminations de l'environnement et

des populations, contribution au réchauffement climatique) (Scholle, 2015).

Les objectifs 4 et 5 ne sont pas nécessairement explicités par l'agriculteur, mais les pratiques agroécologiques peuvent y contribuer de façon générale. L'agroécologie recouvre d'autres dimensions qui dépassent le cadre de la production agricole tels : l'ensemble du système alimentaire (préservation, commercialisation, transformation, distribution et consommation des produits agricoles et alimentaires); les dimensions culturelle (réappropriation de techniques traditionnelles et de savoir locaux, solidarité, etc.), sociale (organisation de la paysannerie pour promouvoir l'agroécologie et valoriser ses produits, établissement de liens directs avec les consommateurs, etc.) et politique (défense des droits et du rôle de la paysannerie, souveraineté alimentaire, etc.).

b) **Les pratiques agroécologiques**

Les principales pratiques agroécologiques sont :

- Accroissement de la biodiversité en évitant les monocultures qui ont besoin d'intrants en énergie, pesticides et engrais. Ceci inclut l'utilisation de rotations et de cultures associées, qui permettent de profiter de la facilitation ou de la complémentarité des niches écologiques des différentes espèces (associations céréales-légumineuses...).
- Le non-travail du sol qui respecte sa structure et maintient les populations des divers microorganismes et animaux dans les horizons du sol. Un couvert végétal quasi permanent est recherché pour limiter l'érosion et structurer le sol. Des techniques comme le non labour ou le paillis sont encouragées.
- La fertilisation obtenue au moyen des engrais verts ou de compost. L'objectif est le maintien d'un taux d'humus élevé assurant une fertilité durable et garantissant une alimentation hydrique plus régulière. Ces moyens, souvent peu coûteux, sont accessibles aux paysans les plus pauvres (Scholle, 2015).
- Les traitements phytosanitaires naturels, réduits au minimum, biodégradables et traditionnellement utilisés dans la lutte contre les parasites. Des méthodes comme le Push-pull sont encouragées et la recherche d'équilibres écologiques à l'aide de cultures associées, de

- plantes de service ou par le maintien de zones refuges en bordure des parcelles sont recherchés, afin de défavoriser les ravageurs et de favoriser les auxiliaires des cultures. Ils s'inscrivent dans le cadre de la lutte biologique par conservation. Des phénomènes d'allélopathie peuvent également être favorisés (Joyeux et Enjalric, 2014).
- La présence d'antagonistes des pathogènes et ravageurs telluriques peut être favorisée, ainsi que le développement de la suppressivité du sol.
 - L'utilisation de plantes constituant une barrière physique au déplacement des ravageurs, comme *Crotalaria juncea*, utilisée contre *Bemisia tabaci*.
 - La lutte biologique par lâchers inondation ou par acclimatation peut également être utilisée.
 - La sélection des variétés les plus adaptées aux terres cultivées, espèces locales reproductibles localement qui permettent une véritable autonomie.
 - L'économie et l'optimisation de la consommation d'eau et de l'irrigation par une meilleure compréhension de l'équilibre terre/eau (Dumont et al., 2016).
 - La source d'énergie mécanique ou animale pour éviter le gaspillage d'énergies et les équipements coûteux, sans nier le progrès mais en l'ajustant aux réalités.
 - Les aménagements pour lutter contre l'érosion des surfaces (diguettes, microbarrages, digues filtrantes) et utiliser les eaux de pluie, recharger les nappes phréatiques.
 - L'agroforesterie peut être utilisée pour diversifier les productions, réguler les flux hydriques, éventuellement fixer de l'azote si les arbres sont des légumineuses et favoriser les auxiliaires de culture.
 - Un meilleur couplage de l'élevage avec les productions végétales permet de diversifier les productions, de valoriser des zones à végétation spontanée (landes, steppes, prairies permanentes...) de valoriser les résidus de culture, les déchets de l'alimentation humaine et les effluents d'élevage et d'améliorer la fertilité des sols (cultures de plantes fourragères pérennes, fixatrices d'azote ou à forte

production de biomasse ; utilisation des déjections comme fertilisants, ce qui permet des transferts de fertilité). Les animaux peuvent également fournir une force de travail et un moyen de transport.

- Les haies vives pour la protection des terres cultivées (Phocas, 2016).
- Le reboisement des terrains non utilisés pour produire des sources de combustibles, une pharmacopée naturelle, l'art et l'artisanat, la nourriture humaine et animale, la régénération des sols (Scholle, 2015).
- La réhabilitation des savoir-faire traditionnels et à la gestion écologique économique.

2.13. Essences arborescentes forestières expérimentées

○ **Legumineuses arborescentes**

✓ ***Millettia laurentii* De Wild.**

Selon Menga (2012), *M. laurentii* est un arbre de taille moyenne atteignant 30 à 45 m de hauteur. Son tronc est gris pâle à aspect lisse de loin, rugueux de près en raison de la présence des lenticelles, et souvent couverte de lichens verts à la base. L'écorce interne est jaunâtre, granuleuse, avec un exsudat rougeâtre. Le fût est cylindrique, souvent légèrement courbé (rarement droit), dépourvu de branches sur une hauteur pouvant parfois atteindre 20 m. Il peut atteindre jusqu'à 150 cm de diamètre et il est légèrement soutenu à la base par des piliers cylindriques, cannelés ou légèrement empâtés (Kavangu, 2013).

Les feuilles sont alternes, composées imparipennées, glauques, caduques, longues de 25 à 30 cm, à 4-9 paires de folioles opposées plus une terminale plus large. La foliole terminale est plus large et souvent obovale tandis que les folioles latérales sont oblongues, arrondies à la base, brusquement acuminées au sommet, et glabres.

a) **Croissance, propriétés et développement de *M. laurentii***

Les arbres de *M. laurentii* en pleine floraison attirent le regard par leur beauté des fleurs couvertes de bleu violacé en forme des papillons, d'où l'ancienne appellation de la famille de papilionaceae. Les racines portent des nodules qui contiennent des bactéries fixatrices d'azote. selon cette source, le bois de *M. laurentii* est de cœur jaune lorsqu'il est fraîchement scié, mais foncé à l'exposition à l'air pour devenir brun foncé ou brun-noir, avec des rayures noires, et il est nettement distinct de l'aubier jaune pâle de 2 à 5

cm d'épaisseur. C'est un bois lourd, d'une densité de 750 à 960 kg/m³ à 12% d'humidité. Il sèche lentement à l'air, avec un léger risque de déformation et un risque élevé de gerçure (Kavangu, 2013; Nsielolo et al., 2015).

b) Multiplication et traitement

M. laurentii se multiplie par graines, les essais des macroboutures de taille inférieure à 1 mètre donnent aussi de bons résultats, (Nsielolo et al., 2015). En RDC, *M. laurentii* est l'une des essences plantées en reboisement sur des terres précédemment cultivées. Le diamètre minimum d'abattage est de 50 cm au Cameroun et 60 cm en RDC. Après récolte, les grumes peuvent présenter le défaut du cœur mou. Elles peuvent être laissées en forêt pendant quelque temps sans dommage. Les grumes ne flottent pas et ne peuvent donc être transportées par flottage.

c) Usages de l'espèce

Le bois est couramment utilisé pour la parqueterie lourde, les menuiseries intérieures et extérieures, les panneaux intérieurs et extérieurs, l'ébénisterie, les meubles, la sculpture, le tournage et les placages tranchés. Il convient aussi pour la construction lourde, les bois de mine, les châssis de véhicules, œuvre d'art, les instruments divers, les articles de sport, les jouets et articles de fantaisie, la caisserie et les traverses de chemin de fer (Kavumbu, 2013).

Il est très recherché pour les meubles décoratifs et pour la parqueterie. On l'emploie également pour les instruments de musique et de meubles de haute qualité, en particulier pour les guitares, étant réputé fournir un son harmonieux et fort. En médecine traditionnelle, on emploie la décoction d'écorce pour traiter les affections hépatiques, le diabète, les hernies, les maladies de la peau, la constipation, la fièvre et les rhumatismes, dans la plupart de régions de la RDC, l'écorce est également employée comme expectorant et émétique, et pour traiter l'épilepsie, la variole, l'œdème et les abcès. On l'emploie encore comme poison de pêche, insecticide, vermifuge et poison de flèches. Les arbres en fleurs fournissent du nectar pour les abeilles, et certaines chenilles comestibles se nourrissent des feuilles. *M. laurentii* est aussi plantée comme arbre d'ornement et d'alignement (Kavumbu, 2013).

✓ *Acacia auriculiformis* Benth

Acacia auriculiformis A. Cunn. ex Benth. appartient à la Famille de *Fabaceae* et Sous-famille de *Mimosoideae*

a) Description botanique

Cette espèce est cultivée pour l'amélioration des sols (jachère améliorée). Elle apparaît surtout intéressante pour lutter contre *Imperata cylindrica*, bien qu'elle souffre quelque peu de la concurrence de l'*Imperata* pendant la première année. C'est un grand arbre qui peut atteindre, dans de bonnes conditions, 30 m de hauteur avec un fût droit et long de 60 cm de diamètre. Dans des situations moins favorables, il est plus petit avec un tronc court, sinueux et bas branchu. Il peut même être buissonnant. L'écorce est grise ou brune, rugueuse, fissurée longitudinalement, plus sombre à la base (Delaunoy et al., 2007; Nsombo et al., 2016).

Le houppier est sphérique, dense, pour les arbres isolés. Les feuilles, alternes, sont des phyllodes falciformes, de 8 à 20 cm de long et de 1 à 4,5 cm de large, avec trois à sept nervures longitudinales bien marquées (Delaunoy et al., 2007; Kasongo et al., 2009).

b) Aire de répartition

Acacia auriculiformis est originaire du Nord de l'Australie, de Papouasie Nouvelle-Guinée et d'Indonésie. C'est une espèce qui a été largement plantée de par le monde tropical et subtropical: Inde, Asie du Sud-est, Afrique, Amérique du Sud et même en Floride (Delaunoy et al., 2007).

c) Ecologie

C'est une espèce à croissance rapide. On la trouve entre le niveau de la mer et 1000 m d'altitude. Elle est résistante à la sécheresse, pouvant se contenter d'une pluviosité de 800 (600) mm par an mais supportant aussi 2500 (3500) mm de pluies d'été. Les températures annuelles moyennes de son aire d'origine sont supérieures à 26 °C. Les températures inférieures à 15° ne lui conviennent pas, bien qu'elle puisse supporter une gelée occasionnelle.

Elle s'adapte à une grande variété de sols allant des sols sableux aux sols argileux et aux sols à hydromorphie temporaire. Elle supporte une certaine salinité et des pH de 3,0 à 9,5 (Kasongo et al., 2009). L'espèce forme des associations symbiotiques avec des Rhizobiums, des Bradyrhizobium et des ecto et endomycorhizes, ce qui explique sa capacité à croître sur des sols particulièrement pauvres (Delaunoy et al., 2007; Nsombo et al., 2016).

La fécondation est assurée par les insectes, notamment les abeilles car l'espèce est très mellifère. Les graines sont disséminées par les oiseaux, attirés

par le funicule coloré. Cette espèce est potentiellement invasive du fait qu'elle fructifie très abondamment dès sa deuxième année. *Acacia auriculiformis* s'hybride très facilement avec *Acacia mangium*. Les hybrides ont souvent une vigueur supérieure à celle des parents. Les graines se conservent aisément car elles ont une dormance tégumentaire qu'il faut lever pour avoir une germination rapide et régulière. Trois techniques sont utilisées: 1) verser de l'eau bouillante sur les graines jusqu'à couvrir et laisser tremper 24 h; 2) mettre dans l'acide sulfurique concentré 10 minutes; 3) le passage du feu dans la litière lève la dormance (Nsombo et al., 2016).

d) Sylviculture

Cette espèce est cultivée pour l'amélioration des sols (jachère améliorée). Les plants sont élevés classiquement en pépinière en semant deux graines prétraitées par pot, en pleine lumière, sans ombrière, pour obtenir une bonne germination. La plantation a lieu à trois ou quatre mois avec des plants d'environ 30 cm. Les plants sont installés à des écartements de 3 à 4 m pour obtenir une densité de 625 à 1100 arbres à l'hectare. Des désherbages sont nécessaires jusqu'à la fermeture du couvert. L'épaisse litière, si elle élimine les herbes, transmet les feux auxquels l'espèce est sensible. L'exploitation pour le bois de feu se fait à 5 ans. Quand l'arbre est coupé au rez de terre, il ne rejette pas alors qu'il rejette bien s'il est coupé au-dessus de 50 cm (Delaunoy et al., 2007).

e) Usages

Le bois de cœur brun clair, est dur, mi-lourd (densité de 0,60 à 0,75) et durable. D'un bel aspect une fois poli, il est apprécié en ébénisterie. Il convient pour la pâte à papier, kraft et semi-chimique. Son pouvoir calorifique est de 4 800 à 4 900 kcal/kg; il brûle bien et est très utilisé comme bois de feu ou pour produire du charbon de bois (Kasongo et al., 2009).

En raison de sa plasticité, *Acacia auriculiformis* est utilisé pour la revégétalisation des sites dégradés tels que les terrains miniers. Il est planté pour contrôler l'érosion, comme jachères améliorées en raison de sa capacité à fixer l'azote atmosphérique. La litière est transportée dans les champs pour enrichir le sol en matière organique et en azote. On peut l'utiliser en brise vent. L'écorce est tannifère (environ 13%). C'est aussi un arbre ornemental, d'ombrage et mellifère (Delaunoy et al., 2007).

✓ *Inga edulis* Mart.

Inga edulis est une espèce de plantes dicotylédones de la famille des *Fabaceae*, sous-famille des

Mimosoideae, originaire d'Amérique du Sud. Ce sont des arbres souvent cultivés dans les régions tropicales principalement pour leurs gousses contenant une pulpe sucrée comestible ou comme arbres d'ombrage dans les plantations de caféiers ou de cacaoyers (Pedneau, 2019).

Inga edulis est un petit arbre pouvant atteindre une vingtaine de mètres de haut, à feuillage persistant formant une couronne largement étalée. Le tronc est cylindrique, souvent tordu, d'un diamètre de 30 cm ou plus, se ramifiant à partir de 1 à 2 mètres de la base. Les feuilles, de 10 à 30 cm de long, sont composées pennées et comptent de 4 à 6 paires de grandes folioles opposées (Pedneau, 2019).

a) Utilisation

Inga edulis a une vaste gamme d'utilisations chez les petits agriculteurs en Amérique latine. Ses principaux produits sont les fruits et le bois de chauffage, et ses principales fonctions de service sont l'ombrage des cultures et l'amélioration des sols. Le fruit comestible est très populaire en Amérique du Sud, où il est souvent cultivé. Les fruits sont souvent vendus aux marchés locaux. L'arbre est aussi largement utilisé pour fournir de l'ombre dans les plantations de café et de cacao ainsi qu'autour des logements, particulièrement en Amérique centrale (Pedneau, 2019).

b) Ravageurs et maladies

L'espèce *Inga edulis* semble généralement très résistante aux ravageurs et maladies. Elle est cependant susceptible d'être parasitée par diverses espèces de champignons phytopathogènes. On a signalé notamment : *Bitzea ingae*, *Catacauma ingae*, *Fusarium semitectum* var. *majus*, *Ganoderma lucidum* (pourriture de la base des tiges), *Perisporium truncatum*, *Peziotrichum saccardinum*, *Phyllosticta ingae-edulis*, *Ravenelia ingae*, *Rhizoctonia solani* et *Uredo ingae*. Ces arbres peuvent aussi être affectés par des virus provoquant des mosaïques, ainsi que par la maladie du balai de sorcière (Pedneau, 2019).

✓ *Pterocarpus indicus* Willd

a) Origine et répartition géographique

Pterocarpus indicus Willd est répandu en Afrique centrale, orientale et australe, depuis le Congo et la RD Congo jusqu'en Tanzanie, et vers le sud jusqu'en Angola, en Zambie, au Malawi et au Mozambique (Lemmens, 2008).

b) Ecologie

Pterocarpus indicus Willd est présent dans des milieux très divers, qui vont de la forêt pluviale

sempervirente à la ripisylve et la savane boisée, jusqu'à 1800 m d'altitude, souvent sur les collines rocailleuses (Lemmens, 2008).

c) Description

Arbre de taille petite à moyenne, sempervirent ou caducifolié, atteignant 25 m de haut; fût dépourvu de branches sur une hauteur pouvant atteindre 15 m, souvent droit et cylindrique, atteignant 75 cm de diamètre; surface de l'écorce grise à brun foncé, fissurée et écaillée, écorce interne blanchâtre sécrétant une gomme rougeâtre lorsqu'on l'entaille; cime ronde ou aplatie, dense; rameaux à poils courts lorsque jeunes (Lemmens, 2008).

Les feuilles alternes, composées imparipennées à (5–)7–11(–15) folioles; stipules oblongues, d'environ 3 mm de long, tombant précocement; pétiole de (1–)2–5(–10) cm de long, rachis de (2,5–)4–20(–30) cm de long, densément poilu, glabrescent; pétioles de (2–)3–8(–12) mm de long; folioles alternes à presque opposées, oblongues à ovales ou obovales, de (2,5–)4,5–11(–13) cm × (1,5–)2–5(–7) cm, base obtuse à arrondie ou légèrement cordée, apex courtement acuminé, papyracées à finement coriaces, poilues au-dessous à l'état jeune mais glabrescentes par la suite, avec 6–14 paires de nervures latérales (Lemmens, 2008).

d) Usages

Le bois est apprécié pour la fabrication de meubles, en ébénisterie et pour les parquets décoratifs. Il se prête à de nombreux autres usages: construction légère, menuiserie, décoration intérieure, caisses et cageots, manches d'outil, sculpture, tournage, placage, contreplaqué, panneaux de fibres, panneaux de particules, pâte pour une production de papier de basse qualité. Il est utilisé comme bois de feu et pour faire du charbon de bois. Le feuillage est brouté par les chèvres. Le colorant rougeâtre du bois servait jadis à peindre le corps. En R.D. du Congo, la décoction d'écorce s'applique en lavement pour traiter la congestion pulmonaire chez les enfants. En Tanzanie, l'arbre est utilisé pour l'ombrage (Fouarge & Gérard, 1964).

e) Propriétés et autres données botaniques

En général, les propriétés de *Pterocarpus indicus* Willd sont comparables à celles de *Pterocarpus angolensis* DC. Le bois de cœur est jaune pâle lorsqu'il vient d'être coupé, mais il vire au rouge rosé à l'exposition; il se démarque nettement de l'aubier blanchâtre, qui fait 7,5–10 cm de large. Le bois

contient des substances gommeuses rouges. La densité du bois à 12% d'humidité va d'environ 450 kg/m³ (arbres de la forêt, à Mayombe, en R.D. du Congo) à environ 900 kg/m³ (arbres de la brousse, au Burundi) (Fouarge & Gérard, 1964).

En R.D. du Congo, l'arbre fleurit en mars–mai. Les abeilles butinent couramment les fleurs et servent probablement de pollinisateurs. Les feuilles sont habituellement consommées par les singes colobes et les chimpanzés (Fouarge & Gérard, 1964).

Pterocarpus indicus Willd. est planté en Afrique comme arbre ornemental et arbre d'alignement. C'est un arbre à bois d'œuvre important en Asie tropicale, et n'est pas planté pour la production de bois d'œuvre en Afrique. Sur l'île Maurice, le jus de *Pterocarpus indicus* Willd. est utilisé pour soulager les maux de dents et sert d'antidote contre les empoisonnements (Lemmens, 2008).

2.14. Essences forestières non légumineuses

✓ *Lannea Welwitschii* (Hiern) Engl.

a) Origine et répartition géographique

Lannea welwitschii est présent depuis le Libéria jusqu'à l'ouest de l'Ethiopie et au Kenya, et vers le sud jusqu'en Tanzanie et au nord de l'Angola, ainsi probablement qu'au nord du Mozambique (Bekele-Tesemma, 2007).

b) Ecologie

Lannea welwitschii se rencontre en forêt pluviale et en ripisylve de basses terres jusqu'à 1100–1250 m d'altitude. On le trouve souvent dans les zones marécageuses de la forêt. En Afrique de l'Ouest, il n'a pas de nette préférence pour les différentes zones forestières, contrairement au Cameroun où on le rencontre plus abondamment dans la forêt semi-décidue. Il est particulièrement commun dans la forêt secondaire et passe pour une espèce pionnière.

c) Multiplication et plantation

La régénération naturelle est très abondante dans les trouées moyennes de la forêt. On peut ramasser les fruits sur le sol. On compte environ 15 000 graines par kg. On les sème dans des planches de semis ou directement au champ. Un traitement préalable n'est pas indispensable, mais le taux de germination est assez bas, de l'ordre de 30%. La germination peut débuter en l'espace d'une semaine, mais elle a lieu habituellement au bout de 2–3 semaines. Il faut faire sécher les fruits progressivement avant de les entreposer; on peut les conserver jusqu'à 2 mois dans

des récipients étanches à l'abri de la chaleur (Bekele-Tesemma, 2007).

d) Usages

Le bois, souvent connu sous le nom de "kumbi", est utilisé pour les menuiseries légères, la caisserie, les ustensiles tels que les tasses, les assiettes, les pots et les mortiers, ainsi que pour les placages et le contreplaqué. Les fûts servent traditionnellement à faire des pirogues. C'est un bois qui convient pour la parqueterie légère, les boiseries intérieures, la charronnerie, le mobilier, l'ébénisterie, les allumettes, les panneaux de fibres, les panneaux de particules et la pâte à papier. Il sert également de bois de feu et pour la production de charbon de bois. L'écorce donne un colorant orange-jaune à brun rougeâtre utilisé au Ghana pour teindre les tissus traditionnels de deuil. On s'en sert également pour fabriquer des cordes et des sandales. Elle est couramment utilisée en médecine traditionnelle.

Les décoctions sont administrées pour soigner la diarrhée, les hémorroïdes, la stérilité féminine, les troubles menstruels, les douleurs post-partum, la gonorrhée, l'épilepsie, les œdèmes, les palpitations, les infections cutanées et les ulcères. La poudre d'écorce est appliquée sur les morsures de serpent et les plaies. La décoction de racine est réputée expectorante et émétique et est administrée pour soigner les infections pulmonaires et buccales, et comme antidote en cas d'empoisonnement (Adjanooun et al., 1988). L'arbre est parfois planté comme arbre d'ombrage dans les plantations de caféiers et de cacaoyers, en haies vives, et comme arbre d'alignement. On donne parfois les feuilles à manger au bétail. Elles fournissent un paillis qui a la réputation d'améliorer l'état des sols (Aké Assi et al., 1985).

e) Croissance et développement

Lannea welwitschii a une croissance rapide. En Afrique de l'Ouest, ils produisent des fruits vers la fin de la saison des pluies. Les oiseaux mangent les fruits dont ils disséminent les graines (Aké Assi et al., 1985). Il faudrait étudier les possibilités qu'offre *Lannea welwitschii* en agroforesterie car il s'agit d'un arbre polyvalent à la croissance rapide. Il pourrait s'agir d'une espèce intéressante pour les plantations d'essences à bois d'œuvre (Adjanooun et al., 1988).

✓ *Maesopsis eminii* Engl.

a) Origine, systématique et distribution

Le *Maesopsis eminii* Engl. est une essence forestière qui appartient dans la famille de rhamnacée dont il est reconnu sous le nom de Mutere Musizi en swahili

et dont le nom scientifique est *Maesopsis eminii* Engl. Il a des dénominations différentes telle que: Bonkala, Nkangela, Londo; au Congo: nabit, manasati; au Gabon: Nkanguélé; au Kenya : misiz; Nigeria : igilogbon. *Maesopsis eminii* Engl. est une essence forestière se trouvant un peu partout dans le monde, on mentionne sa présence en Angleterre, en Indonésie et en Afrique. Elle est présente dans les forêts de la RDC, surtout dans la province du Kongo-central. (Jose, 2009 ; Valet, 2011).

b) Description botanique

Maesopsis eminii Engl. est un grand arbre forestier africain, présent dans beaucoup de parties de tropique, et développé dans la plantation de monoculture comme arbre à croissance rapide (Jose, 2009). Cet arbre à des feuilles caduques qui atteint une hauteur de 10 à 30 mètres de hauteur, avec le tronc clair jusqu'à 10 branches, son écorce est lisse pale. Elle a aussi des feuilles caduques qui sont opposées, subopposées ou alternes, simple de 8-15 x 3-5 cm. Le pétiole a 1 à 2 centimètres, le canaliculé rouge et pubescent à stipule aigu, petit de 5 à 8 millimètres de long, la lame elliptique lancéolée de 5 à 15 cm x 2 - 5 centimètres acuminé à l'apex. Il porte les fruits, les drupes ovoïdes de 20 à 35 x 10 à 18 millimètres (Jose, 2009).

Il a un houppier blanc horizontal et long rameaux grels et flexibles, et il présente un fut droit cylindrique de longueur de 20 cm et 80 cm de diamètre. Son écorce est gris verdâtre, gerçure longitudinalement; tranche dure rosâtre à l'extérieur, jaune à l'intérieur a odeur désagréable (Jose, 2009; Valet, 2011).

c) Exigences écologiques

L'espèce *Maesopsis eminii* Engl. est exigeante dans plusieurs conditions écologiques en Afrique comme en Europe, et le reste du monde. Elle se retrouve partout dans le monde (sauf au sud-ouest) surtout dans les recrus forestières, ainsi que dans les régions tropicales ou dans des zones occidentales. L'aire de répartition naturelle de *Maesopsis eminii* Engl. se trouve en Afrique Centrale, du Libéria à la Tanzanie, entre 2° de latitude Sud et 8° de latitude Nord. Elle est aussi très fréquente à l'Est du Rwanda. Dans son aire de répartition naturelle, l'espèce croit de préférence entre 100 et 700 m, mais elle peut aller jusqu'à des altitudes entre 900 et 2100 m. Elle pousse sur les champs, les bords des routes et des pistes, dans des jachères et savanes, sur des sols réaction neutre ou acide,

profonds et bien drainés, bien qu'elle préfère des sols fertiles. Les précipitations annuelles de 1000 à 3000 mm lui conviennent mais elle peut bien supporter plusieurs mois de saison sèche. La température moyenne du mois le plus froid ne doit pas descendre au-dessous de 16 °C et celle du mois le plus chaud doit se situer entre 26 et 32 °C. La température moyenne annuelle doit varier entre 22 °C et 27 °C.

d) Aspects sylvicoles et qualité du bois

M. eminii Engl. est un arbre héliophile qui peut atteindre 30 à 40 m de hauteur et un diamètre (DHP) de 120 à 180 cm. Les branches de *M. emini* Engl. sont étalées et perpendiculaires au tronc. L'ébranchage naturel s'observe fréquemment. Dans les bonnes stations, l'espèce peut gagner 23 m de hauteur par an, et sa production peut atteindre 20-30 m³ par hectare par an, bien qu'elle se situe plus fréquemment entre 8 et 20 m/ha/an (Valet, 2011). Quoique la multiplication végétative soit possible, *M. eminii* Engl. se multiplie généralement par semis en pépinière. Sur le prétraitement des graines, un trempage dans l'eau froide pendant 2 à 3 jours semble approprié.

Par contre, après l'enlèvement de l'exocarpe, aucun autre prétraitement n'est nécessaire. Notre propre expérience indique que le trempage dans l'eau pendant quelques jours (2 à 3) augmente les taux de germination, bien que ceux-ci ne dépassent guère les 50%. Notons que ce taux baisse considérablement avec l'âge des graines (Jose, 2009).

e) Importance et utilité en agroforesterie

Les feuilles de cette essence sont utilisées comme fourrage, la digestibilité des feuilles par les bétails est excellente et légèrement réduite par le chauffage, elle est plantée pour les bois de chauffage, les fibres et bois de constructions. L'écorce de la racine est utilisée pour traiter la maladie appelée la gonorrhée. Elle est aussi utilisée pour les différentes utilisations tel que: allumette, scie: menuiserie, charpente: écorce, en décoction propriétés diurétiques, purgatives (Jose, 2009).

M. eminii Engl. peut s'utiliser comme arbres d'ombrage dans les bananeraies et les caféières. Mentionne une compatibilité avec des cultures vivrières. Son houppier hémisphérique et peu dense, son fut très droit et l'ébranchage naturel

donnent de bonnes indications sur son potentiel agroforestier (Valet, 2011).

✓ *Terminalia superba* (Engl. et Diels)

a) Origine, aire de distribution et Systématique

Terminalia superba (Engl. et Diels), le fraké ou limba, est une espèce forestière tropicale. Cette espèce est originaire d'Afrique : Angola, Cameroun, République du Congo, RDC, Côte d'Ivoire, Gabon, Guinée, Guinée Bissau et Equatoriale, Libéria, Nigeria et Sierra Leone. Elle se trouve partout dans le monde dans les pays où les conditions écologiques exigées par l'espèce sont favorables. *T. superba* (Engl. et Diels) est une espèce forestière tropicale de la famille de Combrétaceae, le règne de *Plantae*, sous règne de *Tracheobionta*, division de Magnoliophyta, classe de Magnoliopsida ordre de *Myrtales* et du genre *Terminalia* (Bauwens, 2008).

b) Description botanique

T. superba (Engl. et Diels) est un grand arbre, atteignant 50 m de haut et 5 m de circonférence, fût cylindrique, longue et droite avec de grands contreforts plats, à 6 m au-dessus du sol surface; couronne ouverte, généralement aplatie, constituée de quelques verticilles branches. Écorce assez lisse, grisonnante, s'écaillant en petites taches; sabrer jaune. Système racinaire fréquemment peu profond, et quand l'arbre vieillit la racine pivotante disparaît. Feuilles simples, alternes, en touffes aux extrémités des branches; à feuilles caduques, laissant des cicatrices prononcées sur les rameaux lors de la remise. Pétiole de 3-7 cm de long, aplati ci-dessus, avec une paire de glandes sous-jacentes sous la lame; lame glabre, obovale de 6-12 cm x 2,5-7 cm avec un apex acuminé court. Les Nerfs ont 6-8 paires avec réticulation secondaire discrète (Anon, 1990).

c) Exigences écologiques

Le Limba est une espèce héliophile, s'installant dans les trouées forestières. Il affectionne un climat présentant une pluviométrie moyenne annuelle supérieure à 1500 mm et une saison sèche inférieure à 4 mois. C'est cependant une essence exigeante en eau qui supporte mal les périodes de grande sécheresse mais tolère une gamme assez variée de sols (Anon, 1990).

T. superba (Engl. et Diels) est essentiellement un arbre de forêt à feuilles caduques et jette ses feuilles en saison sèche. Les zones forestières secondaires hautes avec une saison sèche d'environ 4 mois, mais il ne répond pas bien aux longues périodes de

sècheresse surtout sur les sols sablonneux. L'espèce est particulièrement abondante à une certaine distance de la côte, mais elle gagne aux dépens de la forêt tropicale après les dégagements, l'arbre résistera à une inondation occasionnelle. Il pousse mieux sur les sols alluviaux riches et bien drainés, mais on le trouve aussi sur d'autres types tels que les sables latériques, le gravier et les argiles, les argiles basaltiques noires et les sols cristallins. Altitude est de 150-1000 m, température annuelle 20-28°C, pluviométrie annuelle moyenne 1000-1800 mm (Lokombe, 1996; Anon, 1990).

d) Ennemis naturels

Les ennemis naturels de *Terminalia superba* (Engl. et Diels) ainsi que les dégâts qu'ils causent sont les Chenilles défoliatrices, les Cochenilles, les Bostryches foreurs du tronc (Apaté): les chenilles foreuses des bourgeons (*Tridesmodes ramiculata*), les platypes (*Doliopygus dubius*), les termites (*Pseudacaelthotermes militaris*), etc. (Bauwens, 2008).

e) Usage

Le Limba est actuellement utilisé surtout pour la fabrication de contreplaqué et la menuiserie intérieure de bâtiment: plinthes, moulures, aménagements intérieurs divers, portes planes. Les feuilles tranchées sont employées en décoration. Il est trop tendre pour être utilisé en parquets. Après avoir subi les traitements de préservation appropriés, le Limba a été employé avec succès pour les menuiseries extérieures en particulier volets, persiennes, volets roulants. Ses caractéristiques permettent son emploi en charpente: charpentes assemblées classiques et charpentes lamellées collées (Anon, 1990; Bauwens, 2008).

T. superba (Engl. et Diels) a une importance potentielle dans la fabrication du papier, offrant la possibilité de produire une gamme relativement large des pâtes. La fibre a un facteur de flexibilité de 70-79%, des valeurs élevées suggérant une bonne résistance à la déchirure et à l'éclatement. Le rendement de la pâte alcaline chimique brute est de 40 à 50% en fonction du degré de lignification. Le bois peut être utilisé dans la fabrication de cellulose, de panneaux et également de panneaux de particules. Le bois est normalement blanc crème sans distinction notable entre l'aubier et le bois de cœur. Le journal varie de 50 à 120%, en fonction du temps qui s'écoule entre l'abattage et la conversion. Après l'exposition à l'air, il s'assombrit légèrement, se

rapprochant d'un aspect tanné et ressemblant à un chêne clair (Lokombe, 1996).

✓ *Gmelina arborea* Roxb. Ex Sm.

a) Origine et aire de distribution

Cet arbre à croissance rapide et à feuillage caduc, pousse naturellement dans la plus grande partie de l'Inde à des altitudes allant jusqu'à 1 500 mètres. Il est aussi naturellement présent en Birmanie, en Thaïlande, au Laos, au Cambodge, au Vietnam et dans les provinces du Sud de la Chine. Il a été planté de façon extensive au Sierra Leone, au Nigeria, en Malaisie, et sur une base expérimentale dans d'autres pays. Il est également planté en arbre d'ornement. *Gmelina arborea* est le plus abondant dans les forêts mixtes de l'Ouest du Bengale, très répandu en Inde de l'est de la rivière Ravi aux contreforts himalayens, commun dans tout l'Assam et les régions voisines du nord du Bengale occidental, du sud du Bihar et de l'Odisha, sporadiquement présent dans le Sud et l'Ouest de l'Inde, et planté ailleurs à grande échelle (Boulet-Gercourt, 1977).

b) Systématique

G. arborea est une Dicotylédone qui fait partie de la famille des Verbénacées et de la sous famille des Viticoideae. *Gmelina* est souvent rangée dans la famille des Lamiaceae. L'aire naturelle de l'espèce étant très vaste, deux variétés ont été identifiées en Inde: var. *glaucescens* et var. *canescens*. *Gmelina elliptica* Sm. et *Gmelina philippensis* Cham. sont parfois plantés comme arbustes ornementaux. *Gmelina elliptica* est localement naturalisé à Maurice. Dans les zones de forêt dense humide sempervirente, les arbres atteignent 20 à 30 m de haut avec des troncs nets de branches jusqu'au 2/3. Son port devient souvent arbustif en conditions de forêts seches (Boulet-Gercourt, 1977).

c) Description botanique

Gmelina arborea est un arbre à croissance rapide poussant dans différents habitats. Il peut atteindre une taille modérée à grande (jusqu'à 30 m pour un diamètre de 1,2 à 4 m). Son écorce se caractérise par une écorce externe recouvrant une couche chlorophyllienne, suivie d'une couche blanc jaunâtre à l'intérieur. Il porte des feuilles simples opposées, acuminées (dentées lorsqu'il est jeune). La floraison a lieu lorsque l'arbre est plus ou moins défeuillé, tandis que la fructification dure. Le fruit, long de 2,5 cm est lisse, vert foncé devenant jaune à maturité en exhalant une odeur fruitée. Son bois jaune pâle à crème ou rosé à l'état frais, évoluant en jaune brun après exposition, est tendre à modérément dur, léger à

modérément lourd, lustré lorsqu'il est frais, avec une graine généralement droite à irrégulière ou plus rarement ondulée, et une texture moyenne (Boulet-Gercourt, 1977).

d) Exigences écologiques

Il préfère les sols humides et fertiles de vallées avec une pluviométrie annuelle de 750–4 500 mm. Il supporte mal les sols mal drainés et reste rabougri sur les sols secs, sablonneux ou pauvres. Il adopte la forme d'un arbuste si le climat est trop sec. Il tolère les fortes sécheresses et résiste au gel avec une bonne capacité à se remettre des impacts du froid. Il est vigoureux et particulièrement adapté à la gestion en taillis (Boulet-Gercourt, 1977).

e) Importance

Son bois est relativement solide par rapport à son poids. Il est utilisé en construction, charpenterie de marine, menuiserie, ébénisterie, carrosserie, équipements de sport (ex: avirons), instruments de musique, etc. Il est adapté à la réalisation de d'objets en bois courbé. Une fois traité, c'est un bois durable, assez résistant à la pourriture et aux termites. Parmi les objets d'usage courant où ce bois est utilisé, citons : cadres d'image et d'ardoise, articles de tournage, dos de brosse, manches à balais, jouets, poignées d'outils (ciseaux, scies, tournevis, faucilles, etc.), coffres à thé, tableaux noirs, planches à dessin, tables planes, boîtes d'instruments, règles, prothèse de membres, poignées de raquettes de tennis, plateaux de jeux (ex. : carrom), caisses... Ses feuilles constituent un fourrage d'assez bonne qualité pour le bétail (protéine brute - 11,9 %) et sont également utilisées en sériciculture comme aliment pour le bombyx de l'ailante. Les fruits acides, aigres, amers et doux, sont réputés "rafraîchissants", diurétiques, aphrodisiaques, astringents alternatifs aux intestins, favorise la croissance des cheveux, utiles dans les 'vata', la soif, l'anémie, la lèpre, les ulcères et les pertes vaginales (Boulet-Gercourt, 1977).

2.15. Essences fruitières forestières

Sous le terme de fruitières forestières, sont regroupés tous les arbres et arbustes de la brousse qui fournissent de multiples produits utilisés dans l'alimentation traditionnelle. Les apports nutritifs de ces arbres sont très importants pour l'économie domestique: provision de condiments - source de vitamines - réserve d'aliments sauvages en cas de disette. Le rôle de ces arbres nourriciers est vital en début de saison des pluies alors que les travaux

agricoles demandent une intense dépense physique et que la fin de la soudure est encore loin. De plus, la vente de ces produits sur les marchés et dans les villes dégage de petits bénéfices non négligeables et bien venus en toute période de l'année (Silou, 1996). Pour remédier à la diminution de ces ressources, il est utile de planter les espèces forestières source de nourriture. L'augmentation de la population et des besoins monétaires justifie un tel choix, même si, pour les espèces à croissance lente, ce sont les générations futures qui récolteront les produits comestibles. Ces plantations seront de préférence de type champêtre, mais pourront aussi être des parcelles de reboisement ou des brise-vent. Notons enfin que parmi les fruitières forestières, certaines espèces poussent sur des terrains difficiles ou non cultivables. Les fruitières forestières locaux présentent donc un très grand intérêt pour la mise en valeur des terroirs dans les parties à restaurer (Silou, 1996).

✓ *Dacryodes edulis* HJ Lam.

a) Origine, distribution et botanique

Contrairement à beaucoup de plantes cultivées en Afrique tropicale (manguier, etc), le safoutier, comme le palmier à huile, serait originaire d'Afrique équatoriale et tropicale (Kengue, 1990), et plus exactement du golfe de Guinée (Nigeria, Cameroun, Gabon, Congo, RDC, etc). Son aire de distribution s'étend actuellement de l'océan Atlantique à l'ouest (Sierra Léone à l'Angola), jusqu'en Ouganda à l'est. Ses nombreuses appellations vernaculaires - atanga (Gabon), omunu (Bénin), basau ou sau (Cameroun), nasafou, nsafou ou safou (Congo Brazza, RDC, Cameroun) témoignent tout à la fois de l'étendue de son aire de répartition, de son importance pour les populations locales et de son caractère autochtone dans ces différentes régions. Ces mêmes facteurs pourraient expliquer le nombre élevé de noms scientifiques différents qui ont pu être utilisés pour désigner le safoutier: *Pachylobus edulis* G Don, *Pachylobus saphu* Engl, *Canarium saphu* Engl, *Canarium edulis* Hook, *Canarium mubago* Fichalo, et enfin *Dacryodes edulis* HJ Lam (Bourdeaut, 1971). *D. edulis* HJ Lam., qui est le nom d'espèce qui a été le plus utilisé dans la littérature scientifique durant ces dix dernières années, tend à supplanter tous les autres. Le safoutier est un bel arbre au tronc très droit et au port étalé, qui peut atteindre 8 à 12 m de haut, parfois 20 à 25 m lorsqu'il croît en forêt dense. Ses feuilles sont composées et imparipennées, avec des

folioles oblongues, lancéolées, acuminées, glabres et très luisantes sur la face supérieure. Les inflorescences sont en panicules axillaires. Les fleurs sont brun-foncé et l'intérieur des pétales est jaune. Sur le plan de son développement, le safoutier serait classé dans le modèle architectural de Rauh (Kengue, 1990).

b) Utilisation de la plante

Le safoutier est un arbre à usage multiple, qui figure en bonne place parmi les plantes alimentaires. Son fruit est couramment consommé et apprécié en Afrique centrale, tant dans la cuisine familiale que présenté dans les restaurants; il est également utilisé dans la pharmacopée traditionnelle; l'arbre entre dans certains systèmes agroforestiers, notamment dans les plantations de caféiers où la chute importante et continue de ses feuilles contribue à l'amélioration du sol (Tiki Manga et Kengue, 1994).

Seule la pulpe, après ramollissement à la chaleur, est comestible. Trois modes de préparation ont été décrits par Tabuna (1993) : - la cuisson par immersion du fruit dans l'eau bouillante pendant 2 à 3 min est la plus répandue ; elle offre l'avantage d'être rapide, mais la pulpe, alors déchirée, s'engorge d'eau et devient fade à consommer ; - la cuisson sur braise est longue, mais elle donne un meilleur goût au fruit ; rarement adoptée pour la cuisine familiale, c'est le principal mode de cuisson utilisé par la restauration de rue ; - la cuisson sur plaque métallique chauffée est très proche de la cuisson sur braise ; elle est de plus en plus utilisée par les ménages modernes. Quel que soit son mode de préparation, le safou est consommé à tout moment de la journée (petit-déjeuner, déjeuner ou dîner), seul ou accompagné de pain, de tubercules de manioc ou de chikwangue (Silou, 1996).

Le safoutier est également une plante médicinale. En décoction aqueuse, les feuilles sont administrées par os pour soigner les maux d'estomac. Elles servent également à traiter les maux de dents (Maponguemetsen, 1994) et d'oreilles, ainsi que les vers intestinaux. Les écorces de l'arbre sont utilisées de façon diverse, en traitement de la dysenterie ou de l'anémie, ou comme cicatrisant; les écorces de racine entrent dans le traitement de la lèpre. La résine extraite de l'écorce sert à soigner différentes maladies de la peau. Il existerait une très grande diversité d'huiles essentielles pouvant être extraites des feuilles du safoutier. Son intérêt en agroforesterie a crû au cours des deux dernières décennies en Afrique centrale (Dugma et al, 1990; Boland et al., 1994).

✓ *Mangifera indica* L.

a) Systematique, Origine et aire de distribution

Le manguier (*Mangifera indica* L.) est un Spermaphyte de la classe des Dicotylédones, de l'ordre des Sapindales et de la famille des Anacardiaceae, ordre des Sapindales. La famille comporte 73 genres et environ 800 espèces dont plusieurs sont utilisées pour leurs fruits comestibles (pistachier, anacarde...) ou leur richesse en térébenthine. Le manguier cultivé, *Mangifera indica* (de son origine indienne), appartient au genre *Mangifera* (Tandjiekpon, 2005; Ndiaye et al., 2020). Le manguier est un arbre originaire de l'Inde orientale et de Birmanie. Il fut introduit au XVI^e siècle en Afrique par les Arabes et au Brésil par les Portugais. Il est largement cultivé dans tous les pays tropicaux à partir du XVII^e siècle, notamment en Afrique, à l'île Maurice, aux Seychelles, aux Antilles et au Brésil (Vannière et al., 2004).

b) Ecologie

Du point de vue climatique, le manguier est retrouvé entre les latitudes 36° N et 33° S. Originaire des zones subtropicales d'Asie, *Mangifera indica* est maintenant cultivé en Amérique et en Afrique. La température minimale pour la croissance des pousses est de 19,5°C et la température supportable s'étend de 22 à 43,5° C. Le manguier pousse dans des régions à pluviosité comprise entre 600 et 1200 mm et croît même très bien dans les climats marqués par une sécheresse, car son enracinement très profond et très étendu lui permet l'absorption d'eau et d'éléments nutritifs dans les couches inférieures du sol. Toutefois les jeunes plants doivent être régulièrement arrosés. Les manguiers préfèrent les sols profonds (au moins 2 m de profondeur), sablo-limoneux à limoneux, avec un pH légèrement acide compris entre 5,5 et 6,5. Ils supportent les sols argileux (Vannière et al., 2004).

c) Description botanique, Conditions de culture et rendement en fruits

Le manguier possède un système racinaire pivotant. Avec une hauteur totale pouvant atteindre 30 mètres, l'arbre présente généralement une forme arrondie. Le fût du manguier est érigé et peut présenter un diamètre avoisinant le mètre. Son feuillage dense de couleur virant du vert foncé au vert sombre est persistant, pendant, coriace, aromatique, avec une odeur de térébenthine (Ndiaye et al., 2020).

Chacune des feuilles alternes possède un pétiole strié et long de 2 à 4,5 cm. Le limbe lancéolé et aigu à la base est long de 10 à 30 cm et large de 2,5 à 5 cm.

La floraison a lieu en saison sèche. Elle est induite par un stress dû à l'arrêt des pluies. Les inflorescences portées en position terminale des rameaux sont en forme de grappes; elles sont constituées de fleurs mâles et de fleurs hermaphrodites. La mangue est une drupe. Pour bien mûrir celle-ci a besoin d'une bonne insolation. A maturité la couleur du péricarpe est fonction de la variété. Selon la variété, c'est un fruit qui pèse entre 50 g à 2 kg (Vannière et al., 2004; Tandjiekpon, 2005).

Le manguier est une plante des régions tropicale. Ce n'est pas un arbre d'une culture délicate. Le manguier pousse sur divers types de sols mais il a une préférence pour les sols sablo-limoneux, profonds, drainant et au pH compris entre 5,5 et 7,5.

Son système racinaire lui permet de puiser les réserves d'eau du sous-sol, ce qui est très utile en période sèche (Wend-Kuni Bama, 2014). Le manguier pour croître demande des conditions humides et chaudes. Les pluviométries excessives (au-dessus de 2000 mm) engendrent des difficultés de production (maladies fongiques, difficultés de floraison ...). L'arbre ne supporte pas les températures inférieures à 5 °C. Lorsque la plantation de manguier est encore jeune (avant la fructification), une culture intercalaire peut y être envisagée (Daniel-yves, 2002; Ternoy et al., 2006).

d) Destruction des agroforets de manguier

Au Burkina Faso, ce sont particulièrement les animaux phytopathogènes, les insectes, et les acariens qui causent d'énormes dégâts dans les jeunes plantations. Des enquêtes sur les problèmes phytosanitaires de la mangue ont mentionné les mouches des fruits parmi les premiers nuisibles de la mangue (Ndiaye et al., 2020). Toutefois, *Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae* et *Xanthomonas citri* pv. *Mangiferaeindicae* sont des bactéries désignées comme principaux agents pathogènes du manguier (Daniel-yves, 2002).

e) Utilisations des produits du manguier

Le fruit mûr est comestible. Les caroténoïdes et anthocianes qu'il contient lui donne des qualités nutritionnelles exceptionnelles. La pulpe de la mangue contient de nombreux éléments nutritifs comme les glucides, les lipides, les protéines et des

éléments minéraux ainsi que des vitamines (A et C), dont la teneur varie selon l'état de maturité du fruit. L'amande est comestible cuite; on peut aussi en faire de l'alcool (Vannière et al., 2004; Wend-Kuni Bama, 2014). Il existe une variété de transformations possibles de la mangue. Le séchage est utilisé pour la conservation des fruits excédentaires. Les différentes parties de la plante ont de nombreux usages médicaux. Les maux traités sont l'insomnie, l'asthénie, la dysenterie, les coliques, la blennorrhagie, les plaies et affections cutanées, les rhumatismes, la toux, l'angine, l'asthme, le scorbut, la diarrhée, les hémorragies internes, l'hémorroïde (Tandjiekpon, 2005).

✓ *Persea americana* MILL.

a) Origine et distribution géographique

Persea americana Mill., appelé plus communément avocatier, est un arbre de la famille des *Lauraceae*. Il est originaire du Mexique, et se développe dans un climat tropical à subtropical (Galindo-Tovar et al., 2007).

b) Description botanique

Les feuilles d'avocatier sont vertes et coriaces tandis que les fleurs, vertes aussi, s'ouvrent au début de la saison humide. Les organes mâles et femelles n'arrivent pas à maturité en même temps au sein d'un même arbre, il en faut donc au moins deux proches l'un de l'autre pour avoir des fruits. Ceux-ci font en moyenne 9 cm de diamètre (Ojewole et al., 2007). Ces fruits, riches en vitamines, sont consommés dans le monde entier alors que l'huile extraite du noyau est utilisée en cosmétique (Galindo-Tovar et al., 2007). Selon Yasir et al. (2010). Il existe trois variétés d'avocatiers: le mexicain, le guatémalien et l'indien de l'est. En plus des utilisations déjà citées, ils sont utilisés en médecine traditionnelle pour soigner l'hypertension et le diabète (Yasir et al., 2010). Les composés majoritaires de l'avocat sont les acides gras, les vitamines et les caroténoïdes. La quantité de lipides est beaucoup plus élevée que dans les autres fruits (Ojewole et al., 2007).

La dernière partie de *Persea americana* Mill. qui a été fortement étudiée est la feuille. Une étude de l'extrait aqueux sur les souris a montré de forts effets analgésiques (anti-douleurs) et anti-inflammatoires. Dans les populations africaines, plusieurs parties de la plante étaient aussi utilisées pour soigner les convulsions (Ojewole et al., 2007). Comme pour le noyau, il a été montré que les feuilles de *P.*

americana Mill. ont des effets bénéfiques sur le cholestérol (Okon, 2005).

De plus, l'extrait hydroalcoolique de feuille a des propriétés antidiabétiques, car il régule le niveau de glucose dans le sang et dans le foie. La dernière propriété démontrée est l'effet antidiarrhéique (Okon, 2005). *Persea americana* Mill. est donc une plante qui a déjà été énormément étudiée et qui possède un grand nombre de propriétés médicamenteuses.

Majoritairement cultivé à des fins alimentaires. De plus, de nombreuses propriétés médicinales lui sont reconnues depuis longtemps, comme l'utilisation comme vermifuge ou contre la fièvre. Aujourd'hui, beaucoup de pays cultivent cet arbre, mais le Mexique reste le leader. Les pays européens les importent, car leur climat n'est pas favorable à la culture (Ojewole et al., 2007).

c) Impact environnemental

L'avocat a une empreinte carbone et une empreinte eau non négligeables. Mille litres d'eau sont nécessaires pour produire un kilogramme d'avocat. Or l'Afrique du Sud, pays producteur et exportateur, manque d'eau pour ses propres cultures (Okon, 2005). Dans le cadre d'une économie se voulant plus circulaire, il est aujourd'hui possible de transformer la graine d'avocat en plastique *biodégradable* et Scott Munguía, le chimiste qui est à l'origine de cette invention, dit pouvoir en extraire un additif chimique « capable d'accélérer la dégradation naturelle du polyéthylène, du polypropylène, du PVC, du polystyrène et des polymères de cellulose, auquel il donne le nom de Bioblend » (Ojewole et al., 2007).

✓ *Eugenia malaccensis* L.

a) Origine, Systématique et Description botanique

Il provient d'Amérique tropicale, Asie et Malaisie. La pomme rose est un arbre de la famille des Myrtacées ordres Myrtales genre *syzygium*, (Sharma et al., 2022). C'est un arbre au port vaguement conique et au feuillage persistant. L'arbre peut atteindre une quinzaine de mètres de hauteur. Les feuilles, opposées, sont allongées et pointues. Les fleurs, disposées en bouquets sommitaux, sont caractéristiques des Myrtacées, avec de nombreuses et spectaculaires étamines de couleur crème. Les inflorescences sont des racèmes axillaires, à axe court de 10-15 mm, portant de 4 à 10 fleurs. Les pétales sont roses à rouges, de 10-15 mm. La fleur comporte un très grand nombre d'étamines rouges (environ 500) (Velasco et al., 2010). Ses fruits sont des grosses drupes comestibles et parfumées, en forme de

petite poire. La peau est luisante, mais légèrement irrégulière, de couleur rosâtre à rouge vif. La chair est très croquante et juteuse avec le parfum de la rose, d'où les noms qui sont attribués tant à l'arbre qu'à son fruit: pomme rose, jambosot ou jambosade, jambosier ou jam-rose (Valet, 2011). Ce dernier peut être consommé cru ou servir à des préparations de liqueurs parfumées. Son goût est très doux bien qu'à peine sucré et donc rafraîchissant. Le fruit contient un noyau de forme ronde. Le fruit est une baie de couleur jaune de 2 à 4 cm de diamètre, dont les tissus internes se distendent formant ainsi un fruit « creux » contenant souvent une graine unique devenue libre comme dans un grelot (Velasco et al., 2010).

b) Exigences écologiques

Convient pour basses et moyennes altitudes jusqu'à 1000 m; végète bien en sol profond, humide et fertile (Sharma et al., 2022).

c) Importance

L'arbre est cultivé pour son fruit dans beaucoup de pays tropicaux humides où il s'est parfois naturalisé. Dans la pharmacopée, la décoction d'écorce de cette espèce soigne la gratte (ciguatera). Un bouillon de feuilles est également préparé pour soigner la diarrhée. Les furoncles sont traités en y apposant des feuilles chauffées (Velasco et al., 2010).

3. Conclusion

L'objectif global poursuivi par le présent travail était la promotion de la culture du bananier plantain en RDC. Les résultats obtenus ont montré que la production bananière existe et se maintient encore. Cependant, on assiste à une chute considérable de production des bananes dans diverses provinces de la RDC.

En zone montagneuse de l'Est, le bananier est cultivé presque chez toutes les familles sous formes de culture de case, en cultures associées et en culture pure. En ce qui concerne la zone de basse altitude de l'Ouest, la culture des bananiers est particulièrement importante dans les zones forestières où elle constitue le système « sylvo-bananier », tandis que dans les zones de savane, elle constitue une culture de case.

On estime la production annuelle totale à plus de 1.552.060 tonnes de banane par an en RDC. La Province orientale est la première en termes de production avec environ 31,1% et toute cette production est consommée localement. Les causes de faibles rendements de bananier en RDC sont les principales contraintes d'ordre agro-climatique et socio-économique.

Les contraintes agro-climatiques sont la pauvreté des sols cultivables, le manque de matériel de propagation amélioré et en quantité suffisante, l'infestation des zones d'intensification de la banane (par le Bunchy top, les nématodes, charançon noir et maladies de sigatoga principalement), la dégénérescence variétale augmentant leur vulnérabilité aux attaques des parasites viraux, fongiques et d'insectes et la non maîtrise des pratiques culturales (maîtrise de l'eau à la parcelle, fertilisation, lutte contre les ravageurs et les maladies etc.) susceptibles d'améliorer les rendements à l'hectare.

Les contraintes socio-économiques sont l'absence d'encadrements et formations des producteurs, le mauvais état des voies d'évacuation, particulièrement celles qui mènent vers des villages, des lieux de groupage ou de production. Lorsque la banane est déjà récoltée elle doit se vendre le plus vite possible pour éviter sa détérioration. L'inexistence de ces infrastructures diminue de manière considérable le pouvoir de négociation du vendeur, peu d'applications technologiques qui pourraient réduire tant soit peu les pertes estimées aujourd'hui à plus de 50%, mauvaise organisation du marché et le manque d'accès au financement (crédit agricole) par les producteurs.

Il est nécessaire d'adopter des changements techniques qui soient compatibles avec les contraintes posées par l'environnement technique, institutionnel et la diversité des conditions économiques de production. Ainsi, nous suggérons qu'une étude soit entreprise pour préciser l'importance effective du plantain par rapport aux autres bananes en culture et en consommation.

4. References bibliographiques

- Adjanohoun, E.J., Ahyi, A.M.R., Aké Assi, L., Baniakina, J., Chibon, P., Cusset, G., Doulou, V., Enzanza, A., Eymé, J., Goudoté, E., Keita, A., Mbemba, C., Mollet, J., Moutsamboté, J.M., Mpati, J., Sita, P. (1988). Médecine traditionnelle et pharmacopée-Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République Populaire du Congo. *Agence de Coopération Culturelle et Technique*, Paris, France. 606 p.
- Aké Assi, L., Abeye, J., Guinko, S., Riguet, R., Bangavou, X. (1985). Médecine traditionnelle et pharmacopée - Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République Centrafricaine. *Agence de Coopération Culturelle et Technique*, Paris, France. 140 p.
- Alphonse, F. (2004). Etude comparative des performances de quatre variétés de bananier cultivées en Haïti dans la production de fibres pour la fabrication des papiers et des produits dérivés, pp.18-24.
- Anonyme (1990). L'arbre du mois. Le *Terminalia superba*. Bulletin de liaison des membres du réseau Arbres tropicaux 16: 5 – 8.
- Anonyme (2006). Institut National d'Etude et de Recherche Agronomiques « INERA », catalogue variétal des cultures vivrières, 152p.
- Anonyme (2011). FAO en RDC – Infosec (Février)
- Anonyme, 2019. Service National de Semences « SENESEM », catalogue variétal des cultures vivrières, p. 133-153.
- Arias, P., Dankers, C., Liu, P., Pilkauskas, P. (2004). L'économie mondiale de la banane (1985-2002), FAO, Rome, 113p.
- Asaah, E.K., Tchoundjeu, Z., Wanduku, T.N., Van Damme, P. (2010). Understanding structural roots system of 5-year-old African plum tree (*D. edulis*) of seed and vegetative origins (G Don) H. J. Lam. *Trees*, 24: 789-796.
- Bakelana, B.K. & Muyunga, T. (1999). La production de bananes et de bananes plantain en République Démocratique du Congo. Bananas and Food Security. Les productions bananières : un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire. International symposium, Douala, Cameroon, 10-14 November 1998. In C. Picq, E. Fouré and E.A. Frison (éd). p.103-113.
- Bakry, F., Carreel, F., Horry, J.P., Jenny, C. et Kodjo Tomekpe. (2005). La diversité génétique des bananiers cultivés : situation actuelle et perspectives, *Le Sélectionneur Français*, vol. 55, p. 33-41.
- Bauwens, S. (2008). Caractérisation de l'agroforêt LIMBA-bananier de la Réserve de Biosphère de Luki (Mayumbe, Kongo-central), Travail de fin d'études inédit, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 109p.
- Bekele-Tesemma, A. (2007). Useful trees and shrubs for Ethiopia: identification, propagation and management for 17 agroclimatic zones. Technical Manual No 6. RELMA in ICRAF Project, Nairobi, Kenya. 552 p.

- Bizimana, S., Ndayihanzamaso, P. Nibasumba, A., Niko, N. (2012). Conduite culturale et Protection du Bananier au Burundi : Référentiel sur la culture du bananier, Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU), Avenue de la Cathédrale, BP. 795 Bujumbura, Burundi, 52p.
- Boland, D.J., Fondoum, J.M., Ganga, N., Ngoye, A. (1994). Farmer survey of indigenous fruit trees in Gabon with special reference to species of the genus *Dacryodes*. In : Séminaire sur la valorisation du safoutier, 4-6 octobre 1994, Douala, Cameroun. Yaoundé, Cameroun. pp 24-28.
- Boulet-Gercourt, M. (1977). Monographie du *Gmelina arborea*, Revue Bois et Forêt des Tropiques, 172, 3-23.
- Bourdeau, J. (1971). Le safoutier *Pachylobus edulis*. Fruits 26 (10): 663-666
- Bourke, R.M. (1984). Food, coffee and casuarina: and agroforestry system from the Papua New Guinea highlands. *Agroforestry Systems* 2: 273-276.
- Calame, M. (2016). Comprendre l'agroécologie : Origines, principes et politiques. Éditions Charles Léopold Mayer, Essai n°220 ISBN 978-2-84377-202-3. 160 p.
- Cannell, M.G.R., Van Noordwijk, Ong, C.K. (1996). The central agroforestry hypothesis: the trees must acquire resources that the crop would not otherwise acquire. *Agroforestry Systems* 34: 27-31.
- Carrero, O. (1979). Comportements naturels de trois essences commercialisées dans les stades de reconstitution de la forêt (Sud-ouest de la Côte d'Ivoire) : *Ceiba pentandra* (L) Gaertn., *Piptadeniastrum africanum* Brenana, *Terminalia superba* Eng & Diels, 290 p.
- Daniel-yves, A. (2002). Initiation à l'agroforesterie en zone sahéenne: Les arbres des champs du Plateau Central au Burkina Faso, Paris (FRA) ; Paris : IRD Editions ; Karthala, 220 p. ISBN 2-7099-1475-1.
- Degrande, A., Asaah, E., Tchoundjeu, Z., Kanmegne, J., Duguma, B., Franzel, S. (2007). Opportunities for and constraints to adoption of improved fallows: ICRAF's experience in the humid tropics of Cameroon. In Bationo A, Waswa B, Kihara J, and Kimetu J (eds.), *Advances in integrated soil fertility management in sub-saharan Africa: challenges and opportunities*. Pp. 901-910. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Degrande, A. & Duguma, B. (2000). Adoption potential of rotational hedgerow intercropping in the humid lowlands of Cameroon. ODI Network paper No 103, DFID, UK.
- Delaunoy, Y., De Ridder, M., Lejeune, G., Balancier, B. (2007). Le système sylvo-bananier dans le Mayumbe (R.D.C), Aperçu d'un patrimoine agroforestier, 50 ans après sa mise en place. WWF et Musée Royal de l'Afrique Centrale, 47 p.
- Dhed'a Djailo, B., Adheka Gira, J., Onautshu Odimba, D., Swennen, R. (2019). La culture des bananiers et plantains dans les zones agroécologiques de la République Démocratique du Congo, Presse Universitaire UNIKIS, Kisangani, 72
- Dhed'adjailo, B., Moango Manga A., Swennen, R. (2011). La culture des bananiers et bananiers plantains en R.D. Congo. Support didactique, Edition Saint Paul Afrique, Kinshasa.
- Duguma B. & Tonye J. (1994). Screening of multipurpose tree and shrub species for agroforestry in the humid lowlands of Cameroon. *Forest Ecology and Management*, 64(2-3): 135-143.
- Duguma, B., Tonye, J., Depommier, D. (1990). Diagnostic survey on local multipurpose trees shrubs fallow systems and livestock in Southern Cameroon. Nairobi, Kenya, ICRAF, Working paper, 340 p
- Duguma, B., Tonye, J., Kanmegne, J., Enoch, T. (1994). Growth of ten multipurpose tree species on acid soils in Sangmelima, Cameroon. *Agroforestry Systems* 27:107-119.
- Dumont, A., Vanloqueren, G., Stassart, P., Baret, P. (2016). Clarifying the socioeconomic dimensions of agroecology: between principles and practices, *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 40:1, 24-47.
- Fouarge, J. & Gérard, G. (1964). Bois du Mayumbe. Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo (INEAC), Brussels, Belgium. 579 pp.
- Frison, E. & Sharrock, S. (1999). The economic, social and nutritional importance of banana in C. Picq, E. Fouré and E. Frison (eds): *Bananas and food security, proceedings of an International Symposium held in Douala, Cameroon, 10-14 November 1998*. INIBAP, Montpellier, France.
- Gajaseni, J. & Gajaseni N. (1999). Ecological rationalities of the traditional homegarden

- system in the Chao Praya Basin, Thailand. *Agroforestry Systems*, 46: 3-23.
- Galindo-Tovar, María Elena, Arzate-Fernández, Amaury, M., Ogata-Aguilar, Nisao, Landero-Torres, Ivonne. (2007). The avocado (*Persea americana*, Lauraceae) crop in Mesoamerica: 10,000 years of history », *Harvard Papers in Botany*, vol. 12, n° 2, p. 325–334.
- Gruenewald, H., Brandt, B.K.V., Uwe Schneider, B., Bens, O., Kendzia, G., Huttl R.F. (2007). Agroforestry System for the production of woody biomass for energy transformation purposes. *Ecological Engineering*, 29: 319-328.
- Isaac Sheeba, R. & Achuthan Nair, M. (2007). Litter dynamics of six multipurpose trees in a homegarden in Southern Kerala, India. *Agroforestry Systems* 67: 203-213. Isaac ME, Timmer VR, and Quashie-Sam SJ. 2007. Shade tree effects in an 8-year old cocoa agroforestry system: biomass and nutrient diagnosis of *Theobroma cacao* by vector analysis. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 78: 155-165.
- Jama-Adan, (1993). *Soil fertility and productivity aspects of alley cropping with Cassia siamea and Leucaena leucocephala under Semi-arid conditions in Machakos, Kenya*. Ph.D. dissertation, University of Florida, Gainesville, FL, USA.
- Jose, S., (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry Systems*, 76: 1–10.
- Jose, S., Gillespie, A.R., Seifert, J.R., Biehle, D.J. (2000). Defining competition vectors in a temperate alley cropping system in the mid-western USA. 2. Competition for water. *Agroforestry Systems* 48: 41–59.
- Joyeux, C. & Enjalric, F. (2014). L'agroécologie : un nouveau paradigme pour une production agricole durable? Document pédagogique, Antananarivo, Madagascar, GSDM/Cirad n°1, 6 p.
- Kanmegne, J. & Degrande, A. (2002). From alley cropping to rotational fallow: farmer's involvement in the development of fallow management techniques in the humid forest zone of Cameroon. *Agroforestry Systems* 54: 115-120.
- Kansongo, R.K., Van Ranst, E., Verdoodt, A., Kanyankagote, P., Baert, G. (2009). Impact of *Acacia auriculiformis* on the chemical fertility of sandy soils on the Batéké plateau, D.R. Congo. *Soil Use and Management*, 25: 21-27.
- Kavangu, M.S. (2013). Essai de technique par macrobouture de *Millettia laurentii* De Wild. au plateau des Batéké (Cas d'Ibi-village), Mémoire d'étude, Université de Kinshasa, Faculté de Sciences, 50p.
- Kengue, J. (1990). Le safoutier (*Dacryodes edulis* (G Don) HJ am). Yaoundé, Cameroun, université du Cameroun, thèse doctorat 3 8 cycle, 154 p
- Kho, R.M. (2000). A general tree-environment-crop interaction equation for predictive understanding of agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 80 (1-2): 87-100.
- Kufinfut, B.B. & Muyunga, T. (1998). La production de bananes et de bananes plantain en République Démocratique du Congo. In C.Picq, E. Fouré and E.A. Frison (éds): les productions bananières : un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire. Symposium international tenu à Duala, Cameroun, 10-14 novembre 1998. Montpellier, France, p. 103-112.
- Kwa, M. (2003). Création et conduite d'une bananeraie au Cameroun, CARBAP Fiche technique sur le bananier plantain, 27p.
- Kwa, M. (2009). La culture et la multiplication des plants de bananier (*Musa* sp.), Connaissances et techniques de base, CARBAP, RDC, 13p.
- Lahmar, R. (1995). Des sols et des hommes. Ed. Charles Léopold Mayer. Paris 118p.
- Lassoudiere, A.R. (1977). Croissance et Développement du Bananier "Poyo" en Côte-d'Ivoire. Th. Univ. Côte-d'Ivoire-Abidjan. p.112
- Leakey, R.R.B., Tchoundjeu, Z., Schreckenberg, K., Shackleton, S., Shackleton C. (2005). Agroforestry Tree Products (AFTPs): Targeting Poverty Reduction and Enhanced Livelihoods. *International Journal of Agricultural Sustainability* 16: 5-16.
- Lemmens, R.H.M.J. (2008). *Pterocarpus tinctorius* Welw. In: Louppe, D., Oteng-Amoako, A.A. & Brink, M. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. Consulté le 4 janvier 2023.
- Lescot, T. (2004). La banane: production, commerce et variété. *Fruitrop*, 118 (10): 1-6.
- Lescot, T. (2006). La banane en chiffres: le fruit préféré de la planète, *Fruitrop*, 140(1): 5-9.

- Levard, L. (2014). Plaidons pour l'agroécologie in Agroécologie en Afrique de l'Ouest et du Centre : réalités et perspectives, Grain de Sel, pp. 63-66.
- Lokombe, D. (1996). Etude dendrométrique de la forêt à *Gilbertiodendron dewevrei* dans la collectivité de Bamanga. Mémoire de Diplôme d'Etudes Supérieures, inédit IFA/Yangambi, 120 p.
- Lundgreen, B.O. & Rantree, J.B. (1982). Sustained agroforestry. In Nestel, B. (ed.). Agricultural Research for Development: Potentials and Challenges in Asia, pp. 37-49, ISNAR, The Hague, The Netherlands.
- Maccracken, K.G., Hairiah, K., Otsamo, A., Duguma, B., Majid, N.M. (1997). Shaded-based control of *Imperata cylindrical*: tree fallows and cover crops. *Agroforestry Systems* 36: 131-149.
- Mafongoya, P.L., Bationo, A., Kihara, J., Waswa, B.S. (2007). Appropriate technologies to replenish soil fertility in southern Africa. In Bationo A, Waswa B, Kihara J, and Kimetu J (eds.), Advances in integrated soil fertility management in sub-Saharan Africa: challenges and opportunities. Pp. 29-44. Springer, Dordrecht, The Netherlands. Michon G 1983. Village-forest-gardens in West Java. Dans : Huxley, P.A. (ed.) *Plant Research and Agroforestry*, pp. 13-24, ICRAF, Nairobi, Kenya.
- Maldague, M. (2010). Traité de gestion de l'Environnement tropical, Développement intégré régions tropicales, Approche systémique- Notions-Concepts-Méthodes, Tome I, 441p.
- Mapongmetsem, P.M. (1994). Agroforestry potentials of *Dacryodes edulis*. In Séminaire sur la valorisation du safoutier, 4-6 octobre 1994, Douala, Cameroun. Yaoundé, Cameroun, J Nya Ngachou et J Kengué, 17-23
- Mary, F. & Besse, F. (1996). Guide d'aide à la décision en agroforesterie. Ed. GRET Paris. Tome 1: 301 p.
- Mc Neely, J.A. & Schroth, G. (2006). Agroforestry and biodiversity conservation - traditional practices, present dynamics, and lessons for the future. *Biodiversity and Conservation* 15: 549-554.
- Menga, P., Bayol, N., Nasi, R., Fayolle, A. (2012). Phénologie et diamètre de fructification du wengé, *Millettia laurentii* De Wild. : Implications pour la gestion". *Bois et Forêts des Tropiques*, 312(2) 31-41
- Mobambo, K.N. (2002). Stratégies de gestion intégrée des cultures pour la production de plantain et le contrôle de la cercosporiose noire en République démocratique du Congo. *Infomusa*. 11(1): 3-5.
- Mobambo, K.N., Staver, C., Hauser, S., Dheda, B. and Vangu, G. (2010). An innovation capacity analysis to identify strategies for improving plantain and banana productivity and value addition in the Democratic Republic of Congo. *Acta Horticulture* (ISHS), 879, 821-827.
- Mobambo, K.N., Zuofa, K., Gauhl, F., Adeniji, M.O., Pasberg-Gauhl, C. (1994). Effect of soil fertility on host response to black leaf streak of plantain (*Musa* spp., AAB group) under traditional farming systems in southeastern Nigeria. *International Journal of Pest Management*, 40: 75-80.
- Nair, P.K.R., Nair, V.D., Mohan Kumar, B., Haile, S.G. (2009). Soil carbon sequestration in tropical agroforestry systems: a feasibility appraisal. *Environmental Science and Policy* 2(8): 1099-1111.
- Ndiaye, O., Diatta, U., Nibaly, M., Djiba, S., Badji, K., Ndiaye, S. (2020). Caractérisation des Vergers de Manguiers (*Mangifera indica* L.) en Basse Casamance, Sénégal. *European Scientific Journal April*, 16(12): 1857-7881.
- Ndungo, V. (2008). La situation du wilt bactérien du bananier dans la région de Minova. Cartographie, impact sur la sécurité alimentaire et recommandations pour le contrôle durable. p.9-25
- Nsielolo Kitoko, R., Lejoly, J., Aloni Komanda, J. (2015). Sylviculture du *Millettia laurentii* De Wild. (Wenge) par macroboutures dans les savanes herbeuses du plateau des Batéké à Ibi/RD Congo. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 12(1):123-131.
- Nsombo, M.B., Lumbuenamo, S.R., Aloni, K.J., Lejoly, J., Mafuka, M.M.P. (2016). Effet des plantations d'*Acacia* sp sur les macronutriments primaires des sols sableux d'Ibi village au plateau des Bateke (Kinshasa, République Démocratique du Congo). *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo*, 6: 20-27.
- Ojewole, J., Kamadyapa, D.R., Gondwe, M.M., Moodley, K., Musabayane, C.T. (2007). Cardiovascular effects of *Persea americana* Mill (Lauraceae)(avocado) aqueous leaf extract in experimental animals. *Cardiovascular Journal of South Africa*, 18(2), 69-74

- Okon, P.A. (2005). Hypoglycemic activity of aqueous leaf extract of *Persea americana* Mill, *Indian Journal of Pharmacology*, **37**(5): 325-332
- Onautshu, D. (2013). Caractérisation des populations de *Mycosphaerella fijiensis* et épidémiologie de la cercosporiose noire du bananier (*Musa* spp.) dans la région de Kisangani (RDC). Thèse de Doctorat, Université Catholique de Louvain, Faculté des Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologique, Bruxelles, 309p.
- Ongagna, A., Mialoundama, F., Bakouetila, M.G.F. (2016). Etude de la production des plants de bananiers et plantains (*Musa* spp.) par la technique des PIF au Congo: Effets des substrats sur la croissance et le développement des plants en pépinière, *International Journal of Neglected and Underutilized Species* (IJNUS) 2: 42-56.
- Pedneau J. (2019). Facteurs influençant les coûts pour la production de plantules et l'implantation du système agroforestier en couloir avec l'*Inga edulis* par les petits producteurs au Belize. Mémoire de Maîtrise en agroforesterie, Université de Laval, Québec, Canada. 131 p.
- Phocas, F. (2016). Outils et leviers pour favoriser le développement d'une génétique animale adaptée aux enjeux de l'agro-écologie, étude réalisée par l'Inra, Idele, Ifip, Itavi et Sysaf. Rapport final de l'étude SSP-2014-061.
- Scholle, J. (2015). Pratiques agroécologiques et agroforestières en zone tropicale humide. Guide technique : Gret, professionnels du développement solidaire. Campus du Jardin tropical, 45 bis Avenue de la Belle Gabrielle, 94736 Nogent-sur-Marne Cedex, France. 308 p.
- Sharma, M.K., Parray, E.A., Nazir, N., Khalil, A., Shamim, A., Simnani. (2022). Parthenocarpy, Unfruitfulness and Alternate Bearing in Apples, *Apples*, p. 105–118.
- Sharrack, S. (1999). Collecting missions in Papua New Guinea: in «Musa conservation and documentation », *proceedings of a workshop held in Leuven, Belgium*, INIBA/IBPGR, Rome, pp. 57-59.
- Silou, N. (1996). Le safoutier (*Dacryodes edulis*) · un arbre mal connu. *Fruits*, vol 51, p 47-60.
- Sinclair, F.L. (1999). A general classification of agroforestry practice. *Agroforestry Systems* 46: 161-180.
- Soto-Pinto, L., Anzueto, M., Mondoza, J., Jimenez Ferrer, G., de Jong, B. (2010). Carbon sequestration through agroforestry in indigenous communities of Chiapas, Mexico. *Agroforestry Systems*, 78: 39-51.
- Swennen, R. & Vuylsteke, D. (2001). Bananier (*Musa* L.) in Agriculture en Afrique Tropicale, Raemaekers, R.H., 2001, Direction Générale de la Coopération Internationale, Ministère des Affaires Etrangères, du Commerce Extérieur et de la Coopération Internationale, Bruxelles, Belgique, pp. 611- 637.
- Syaka Sadio & Otto, H.J. (1997). Techniques de conservation des sols et de gestion intégrée de la fertilité en appui au programme de sécurité alimentaire : Guide pratique de terrain. 96p
- Tabuna, H. (1993). La commercialisation du safou à Brazzaville. Montpellier, France, CI RAD-SAR, rapport interne n ° 82/93, 28 p
- Tandjiekpon, A.M. (2005). Caractérisation du système agroforestier à base d'anacardier (*Anacardium occidentale* Linnaeus) en zone de savane au Bénin. Mémoire du diplôme d'Etudes Approfondies (DEA), FLASH. Université d'Abomey-Calavi, 122p.
- Tchango Tchango, J. & Ngalani, J.A. (1994). Transformation et utilisation de la banane plantain en Afrique Centrale et occidentale. In : Banane and Food Security. Les productions bananières : un enjeu économique pour la sécurité alimentaire-picq, C., Fouré, E., Frison, E. International symposium, Douala, Cameroun, pp. 361-375.
- Tchoundjeu, Z., Asaah, E.K., Anegbeh, P.O., Degrande, A., Mbile, P., Facheux, C., Tsobeng, A., Atangana, A.R., Ngo Mpeck, M.L., Simons, A.J. (2006). Putting participatory domestication into practice in West and Central Africa. *Forests, Trees and Livelihoods* 16: 53-69.
- Temple, L., Kwa, M., Fogain, R., Mouliom Pefoura, A., Bikoi, A. (2002). Enjeux du plantain au Cameroun et amélioration des systèmes de production par une recherche-action participative In Acorbat. Memorias XV reunión. Realizada en Cartagena de Indias, Colombia. 27 de octubre al 02 noviembre 2002; Sesión cartel transferencia de tecnología, CARBAP, S/C CIRAD BP 2572 Yaoundé. p.593-601.

- Ternoy, J., Poulblanc, C., Diop, M., Nugawela, P. (2006). La chaîne de valeurs mangue au Sénégal: analyse et cadre stratégique d'initiatives pour la croissance de la filière. Programme USAID / Croissance Economique, BDS Component Report, 271, 91p.
- Teycheney, P.Y., Lockhart, B.E., Acina, I., Candresse, T. (2007). Detection of Banana mild mosaic virus and Banana virus X by polyvalent degenerate oligonucleotide RT-PCR (PDO-RT-PCR). *Journal of Biological Methods*. 142: 41-49.
- Tiki Manga, T. & Kengue, J. (1994). Stratégie d'amélioration du safoutier (*Dacryodes edulis*). In : Séminaire sur la valorisation du safoutier 4-6 octobre 1994, Douala, Cameroun. Yaoundé, Cameroun, J Nya Ngachou et J Kengué, 12-16
- Tollens, E. (2004). Les défis : Sécurité alimentaire et cultures de rente pour l'exportation – Principales orientations et avantages comparatifs de l'agriculture en R.D.Congo." Working Paper, n° 86, Département d'Economie Agricole et de l'Environnement, Katholieke Universiteit Leuven, 76p.
- Tomekpe, K. (2006). La banane plantain en Afrique, Fruit, p. 5.
- Tshilenge, P. (2011). Conférence régionale sur la banane : Rwanda new agency. www.rnanews.com/grandslacs-economie/5323-conference-regionale-sur-la-banane.
- Valet, S. (2011). Cultures associées multi-étagées traditionnelles innovantes. Services écologiques: résilience et durabilité des éco-agrosystèmes. Hôithào – Colloque – Đại học Mốt HCM – Université Ouverte de HCM ville, 20p.
- Vannière, H., Didier, C., Rey, J.Y., Diallo, T.M., Kéita, S., Sangaré, M. (2004). La mangue en Afrique de l'Ouest francophone: les systèmes de production et les itinéraires techniques. *Fruits* 59, 383–398.
- Velasco, R., Zharkikh, A., Affourtit, J., Dhingra, A. (2010). The genome of the domesticated apple (*Malus × domestica* Borkh.), *Nature Genetics*, 42(10): 833–839.
- Wend-Kuni Bama, J. (2014). Typologie des systèmes agroforestiers à manguier et anacardier dans le terroir de Kotoudeni (Kenedougou) : impact sur la production agricole, Mémoire de Diplôme de Master en gestion et aménagement des écosystèmes forestier, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkinafaso, 79p.
- Wezel, A. & Bender S. (2003). Plant species diversity of homegardens of Cuba and its significance for household food supply. *Agroforestry Systems* 57: 39-49.
- Yasir, M., Das, S., Kharya, M.D. (2010). *The phytochemical and pharmacological profile of Persea americana Mill*, *Pharmacognosy reviews*, 4(7), 77-85.