

Caractéristiques végétales et typologie des vergers à base de manguiers des communes de Fimela, Diofior et Tattaguine (zone centre du département de Fatick/Sénégal)

DEDICACES

Je dédie ce travail :

A mon feu cher papa, mon pilier, ma source de motivation. Merci papa pour tous tes efforts pour notre réussite, pour ta compréhension, pour tout ton amour, ton soutien inconditionnel et pour tes précieuses prières. Tu as toujours été un modèle pour moi et je t'aime énormément.

Paix à ton âme ;

A mon adorable et courageuse mère. Tu es le socle sur lequel je repose, le pilier qui me soutient, celle qui m'exhorte à ne jamais baisser les bras. Merci de faire de nous ta priorité et de toujours te sacrifier pour notre bien-être.

Par la grâce de Dieu, de son prophète (PSL) et par vous je suis arrivée à ce stade, recevez ce travail comme le début des fruits de vos efforts. Veuillez y trouver l'expression de ma profonde gratitude pour tous les sacrifices consentis à mon égard depuis ma naissance jusqu'à aujourd'hui. Mon amour pour vous n'a pas de limite.

A mes frères et sœur, mes amis, mes complices et confidents, pour tout le soutien moral et l'amour que vous me portez.

A la bande des quatre, mes compagnes de promos, amies et sœurs. Merci pour tous ces moments passés à nous soutenir, nous motiver et nous encourager les unes les autres. Encore une fois, nous avons passé le cap ensemble. J'espère pouvoir cheminer encore longtemps avec vous.

A mes amis d'enfances. Merci de votre présence et de votre disponibilité.

Mention spéciale à la Mouff Family. Jamais je n'aurais pensé qu'une amitié virtuelle pouvait être aussi vraie. Vous n'avez cessé de m'encourager et de me motiver. Je ne saurais vous remercier pour tout le soutien que vous m'avez apporté. Merci à vous pour votre marque de sympathie et d'affection à mon égard. Merci de faire partie de mon quotidien.

REMERCIEMENTS

Je rends grâce à Dieu de m'avoir donné la santé et la possibilité de pouvoir réaliser ce travail. Mes remerciements vont à l'endroit de mon professeur Sékouna DIATTA, une personne très dévouée pour la formation des jeunes, attachée à l'encadrement des étudiants de par sa disponibilité et son sens de l'écoute. Je le remercie pour sa générosité, de nous avoir encadrés, orientés, aidés et conseillés ;

Je remercie également le professeur Daouda NGOM pour sa disponibilité et son dévouement dans l'enseignement, également pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury.

Par cette occasion, je remercie Dr Dieynaba SALL SY, Ex directrice de l'ISRA/CDH de m'avoir ouvert les portes de son unité de recherche et Dr Youga NIANG actuel directeur du CDH.

Au Dr Paterné DIATTA, coordonnateur de la Composante recherche du PLMF, ex chargé de recherche au CDH et actuel directeur de l'ISRA Djibélor, pour son soutien et sa disponibilité.

Mes remerciements vont à l'endroit de Dr Saliou NGOM, chargé du suivi et évaluation pour ses encouragements et ses précieux conseils.

Je voudrais particulièrement dire un grand merci au Dr Lamine DIAME pour m'avoir encouragée et soutenue mais aussi pour sa confiance, sa patience, sa disponibilité à répondre à mes moindres questions, sa modestie inégalée et ses bons conseils. Merci de m'avoir aidée à croire plus en moi et d'être rigoureuse.

Je remercie également les agents de l'ISRA/CDH sans exception, des chercheurs aux gardiens en passant par le personnel administratif, les techniciens et les chauffeurs.

Je remercie profondément ma famille d'accueil à Fimela plus précisément ma Tante Ya Nafy SONKO, tonton Mamadou SONKO, tous des proches et membres de famille au Dr Lamine DIAME.

Je remercie toute la promotion 2016 du Master AFECA avec qui j'ai partagé les moments les plus difficiles de la formation. Je voudrais insister sur le fait que ce manuscrit est le fruit du travail d'une équipe extraordinaire qui a su dans toutes les situations m'apporter leur soutien et leurs compétences.

Je remercie donc l'équipe « mouches des fruits » pour avoir été des collègues et des amis, qui j'espère sauront être fiers du travail accompli tous ensemble. Je remercie ainsi toutes les personnes qui ont croisé ma route pendant mon stage et qui ont su par leur sourire, leurs mots, m'apporter du réconfort et la motivation de continuer.

Merci à mes amis, mes cousines et cousins, mes oncles et tantes. Je ne remercierai jamais assez ma famille pour leur soutien et leur compréhension pendant mon cursus, mes frères et mes sœurs, et bien sûr mes parents sans qui rien n'aurait été possible. Je leur adresse ma reconnaissance pour m'avoir guidée et accompagnée dans ma vie et je sais qu'ils le feront encore.

A tous les Professeurs et Assistants du département de biologie végétale de la FST. A tout le personnel administratif de la faculté des Sciences et Techniques de l'UCAD.

Merci à l'ensemble des personnes qui ont œuvré de près ou de loin pour la réalisation de cette œuvre.

Enfin aux membres du jury, pour l'honneur consacré envers ma personne par leur participation au jury, je dis Merci.

TABLE DES MATIERES

DEDICACES	i
REMERCIEMENTS	ii
TABLE DES MATIERES	iv
RESUME.....	vi
ABSTRACT	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES FIGURE	viii
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	ix
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	3
I.1 Généralités sur le manguiers	3
I.1.1 Systématique et principales variétés de manguiers	3
I.1.2 Morphologie	3
I.1.3 Stades phénologiques du manguiers - croissance rythmique.....	5
I.1.4 Ecologie du manguiers.....	5
I.1.5 La production de mangues dans la zone des Niayes	6
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES.....	7
II.1 Présentation de la zone d'étude.....	7
II.1.1 Organisation administrative	7
II.1.2 Données physiques	8
II.1.3 Relief et types de sol	8
II.1.4 Végétation Et faune	9
II.1.5 Données climatologiques	10
II.1.6 Données hydrographiques	11
II.1.7 L'arboriculture fruitière dans la zone centre	11
II.2 Méthodologie	12
II.2.1 Critères de choix des vergers	12
.2.1.1 Variables utilisées	15
II.3 Traitement des données et Construction de la typologie.....	17
II.4 Caractérisation des haies	18
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	20
III.1 Résultats.....	20

III.1.1 Composition en arbres fruitiers des vergers.....	20
III.1.2 Diversité variétale des manguiers	21
III.1.3 La typologie des vergers	21
III.1.4 Description des types de vergers variables	24
III.1.5 Caractérisation des haies vives et corrélation entre les types de vergers et les espèces de la haie	25
III.2 Discussion.....	30
III.2.1 Typologie des vergers de la zone centre	30
III.2.2 Caractéristiques des vergers.....	31
III.2.2 Les haies vives dans la zone-centre	33
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	35
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	ix
ANNEXES	xiv

RESUME

Le commerce et l'exportation de la mangue connaissent des contraintes depuis quelques années. Elles sont dues principalement à l'attaque de la mouche des fruits, *Bactrocera dorsalis*, qui infeste un large gamme de plantes hôtes d'intérêt commerciales. Cette étude vise à décrire les exploitations fruitières de la zone centre du Sénégal dans le but de contribuer à la lutte contre la mouche des fruits. Des méthodes d'analyse multivariée et de classification ont été appliquées sur des données provenant de 74 vergers à base de manguiers et de leurs haies environnantes, dans la région de Fatick au Sénégal. Une analyse multifactorielle (Hierarchical Multiple Factor Analysis HMFA) a été appliquée sur les données puis une analyse hiérarchique ascendante (Agglomerative Hierarchical Clustering AHC) sur les résultats de cette HMFA. Une classification des espèces des haies vives a été faite. Selon leur conception, leur pratique de gestion, leur composition en variété de manguiers et leur composition en espèces fruitières, deux types de vergers ont été identifiés : les vergers de manguiers de type 1 à entretien faible et les vergers de type 2 à prédominance de citronniers, avec entretien intermédiaire. Les vergers de type 2 sont plus riches en espèces fruitières que les vergers de type 1, qui sont constitués de manguiers de variétés rustiques. Environ 26 variétés de manguiers ont été répertoriées dans la zone, avec la dominance de la variété floridienne Kent présent pour 49%. Les haies vives des vergers de type 1 sont associées à une grande diversité d'espèces alors que les vergers de type 2 sont délimités par des haies avec principalement des espèces de bornages.

Mots clés : Vergers, Typologie, Haie vive, *Mangifera indica*, *Bactrocera dorsalis*

ABSTRACT

Mango trade and export have been under constraints for several years. They are mainly due to the attack of the fruit fly, *Bactrocera dorsalis*, which infects a wide range of host plants of commercial interest. This study aims to describe the fruit farms in the central zone of Senegal with the aim of contributing to the control of the fruit fly. Multivariate analysis and classification methods were applied to data from 74 mango orchards and their surrounding hedges in the Fatick region of Senegal. A multifactorial analysis (Hierarchical Multiple Factor Analysis HMFA) was applied on the data on then a bottom-up hierarchical analysis (Agglomerative Hierarchical Clustering AHC) on the results of this HMFA. A classification of the species of living hedges has been made. According to their design, management practice, variety composition of mango trees and composition of fruit species, two types of orchards have been identified: low maintenance type 1 mango orchards and predominantly lemon type 2 orchards, with intermediate maintenance. Type 2 orchards are richer in fruit species than type 1 orchards, which are made up of hardy variety mango trees. About 26 varieties of mango trees have been recorded in the area, with the Florida variety Kent dominating for 49%. The living hedges of type 1 orchards are associated with a great diversity of species, while type 2 orchards are delimited by hedges with mainly boundary species.

Key words : Orchards, Typology, Hedgerow, *Mangifera indica*, *Bactrocera dorsalis*

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Répartition des vergers en fonction de la localité	14
Tableau 2: Variables actives de structure du verger.....	16
Tableau 3: Variables actives de conduite du verger.....	17
Tableau 4: Variables illustratives	17
Tableau 5: Pourcentages de recouvrement des espèces de la haie vive	19
Tableau 6: Espèces de la haie vive et leurs différents usages	26
Tableau 7: Corrélations des usages des espèces de la haie vive en fonction du type de verger	28

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Carte de localisation de la zone d'étude	8
Figure 2: Variabilité climatique dans la région de Fatick de 1982 à 2012 (source : https://fr.climate-data.org/location/2981/)	10
Figure 3: Paramètres mesurés sur un arbre	13
Figure 4: Enquête sur les pratiques des arboriculteurs.....	14
Figure 5: Mesure des paramètres dendrométriques.....	15
Figure 6: Diversité des espèces fruitières dans la zone	20
Figure 7: Variétés de manguiers dans la zone d'étude	21
Figure 8: Répartition des Types de vergers.....	22
Figure 9: Dendrogramme montrant les deux types de vergers de l'agroécosystème étudié	23
Figure 10: Variables caractérisant les 2 types de vergers	24
Figure 11: Composition de la haie vive en fonction du type de verger	29

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

AHC : Agglomerative Hierarchical Clustering

ANSD : Agence National de la Statistique et de la Démographie

BDH : Boukodiéhal

CAPH : Coopération des Associations des Producteurs Horticoles

CDH : Centre pour le developpement de l’horticulture

DRDR : Direction regional du developpement rural

FNRAA : Fonds National de Recherches sur l'Agriculture et l'Agroalimentaire

FST : Faculté des Sciences et Techniques

HMFA : Hierarchical Multiple Factor Analysis

ISRA : Institut Sénégalais des recherches Agricoles

PNDS : Parc National du Delta du saloum

PRACAS : Programme d'acceleration de la Cadence de l'Agriculture sénégalaise

UCAD : Université Cheikh Anta Diop

INTRODUCTION

L'horticulture (fruits et légumes) est l'une des filières les plus dynamiques du secteur agricole au Sénégal, en raison de la permanence de ses activités dans certaines zones, du nombre de pratiquants au niveau national, de la diversité des espèces cultivées et des régions touchées et surtout des retombées financières (43,50 milliards de FCFA en 2017) (PRACAS., 2017) sur les principaux acteurs. Selon la Direction de l'Agriculture, les cultures légumières et fruitières sont pratiquées respectivement par 107 523 et 73 047 ménages ruraux (non comprise la région de Ziguinchor) et en 2003 les volumes de production étaient estimés à 669 550 T par la FAO y comprise la production de pastèque. Le Sénégal bénéficie de conditions pédoclimatiques favorables pour la production horticole dans différentes zones du pays : la zone des Niayes, la vallée du fleuve Sénégal, le Sénégal oriental, la Casamance, la vallée du Koupango dans le Saloum. De plus, la pratique des cultures horticoles est devenue une tradition dans la partie nord-ouest du pays qui sert pratiquement de zone d'apprentissage pour le reste des autres régions. La demande urbaine est de plus en plus importante en fruits et légumes et il est noté le développement des exportations de ces produits vers l'Europe avec la présence d'infrastructures aéroportuaire.

La culture de mangues est un levier clé de l'horticulture dans de nombreuses régions tropicales et subtropicales d'Afrique (AWUOR, 2010). Au Sénégal, la production de mangues demeure l'une des principales activités de production de fruits. Elle a enregistré une augmentation de 4,0% en 2013 soit une production de 130.000 tonnes de mangues (ANSD, 2016). La mangue est avant tout un fruit de consommation et de commercialisation locale. En effet, la mangue constitue un apport nutritionnel fondamental pour les populations rurales en période de soudure (Konta *et al.*, 2015). Le commerce international ne représente qu'environ 3% des volumes produits. La fragilité et la périssabilité du fruit ainsi que les attaques des larves de mouches du fruit limitent fortement la commercialisation et l'exportation du produit, attention particulière. En Afrique de l'Ouest, les mouches des fruits constituent un problème constaté depuis plusieurs années. La pression parasitaire très importante de cette famille d'insectes est exercée sur une gamme élargie de plantes hôtes d'intérêt commercial, tant sur les cultures fruitières que maraîchères (Silvie *et al.*, 2014). Les dégâts imputables aux *Tephritidae* s'inscrivent à l'échelle mondiale sur toutes les zones tropicales mais aussi au niveau des régions tempérées (Silvie *et al.*, 2014). Le taux d'infestation des fruits en fonction des localités et saisons varie entre 5 et 100% en Afrique (Adebayo & Akinbola, 2014). L'infestation des fruits par les mouches est considérée comme étant la principale contrainte

pour la production et l'exportation des fruits de qualité des régions subtropicales (Lux, 1999). En seulement quatre ans, *Bactrocera dorsalis* s'est propagé sur plus de 8,3 millions de Km² couvrant les pays de l'Afrique de l'ouest, du centre et de l'Est, y compris les écosystèmes tropicaux et les savanes, avec 117 plantes hôtes appartenant à 43 familles (Ndiaye *et al.*, 2015). Au Sénégal en 2004, cette nouvelle espèce, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) s'ajoute à la liste de ces redoutables ravageurs (Vayssières *et al.*, 2004a). Ainsi *B. dorsalis* a été retrouvée chez 24 variétés de *Mangifera indica*, 19 cultivars d'agrumes et chez d'autres espèces fruitières cultivées et spontanées (Ndiaye, 2009). Dans les vergers de mangues, d'agrumes et de cucurbitacées, *B. dorsalis* représentait 64% des effectifs des émergences de *Tephritidae*, dominant le cortège composé de *Capparimyia bipustulata*, *Dacus* sp, *Ceratitis cosyra*, *Ceratitis capitata*, *Bactrocera cucurbitae*, *Carpomyia* sp. *Ceratitis punctata*, et *Ceratitis bremii* (Ndiaye, 2009). *B. dorsalis* peut également déposer ses œufs sur les fruits non mûrs et les fruits tombés (Diatta *et al.*, 2013). Les études portant sur la caractérisation des vergers à base de manguiers et leurs rendements respectifs suivant les zones de production des communes situées dans le département de Fatick sont rares et disparates.

Cette étude vise à décrire les exploitations fruitières dans les communes de Fimela, Diofior et Tattaguine dans lesquelles aucune analyse compréhensive et quantitative des agrosystèmes à base de manguiers n'est alors effectuée jusqu'à nos jours. Une caractérisation des vergers de cette zone du bassin arachidier, qui est une zone agro écologique importante de par sa productivité, viendrait contribuer à la caractérisation des différentes zones agro écologiques du Sénégal, entamée dans les Niayes (Grechi, 2013), dans le but d'avoir une bonne connaissance des caractéristiques de chaque zone agro écologique au Sénégal. Au Sénégal, les agroécosystèmes des vergers sont différents de par leurs compositions variétales, la conception des plantations et leur pratiques de gestion (Vannière *et al.*, 2004; Grechi *et al.*, 2013).

Les objectifs spécifiques de ce travail de recherche sont :

- (i) identifier les systèmes de productions fruitières dans la partie centre du Sénégal
- (ii) inventorier les espèces présentes dans les vergers et au niveau des haies vives
- (iii) faire la typologie des exploitations fruitières rencontrées

Dans cette études sera présenté une synthèse bibliographique sur le manguiers et sa production au Sénégal. Ensuite nous allons présenter la méthodologie suivie, puis les resultats et la discussion. Enfin nous allons tirer une conclusion et dégager les perspectives.

CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1 Généralités sur le manguier

Le manguier (*Mangifera indica*) est originaire de la région indo-birmane (Candolle, 1883). Il serait cultivé depuis 4000 ans dans deux zones de l'Asie du Sud-est à savoir:

- en Inde dans les régions sèches et fraîches :
- en Birmanie, Thaïlande, Indonésie et dans le Sud de la péninsule indochinoise, région chaude et humide.

La Floride est un centre secondaire de diversification où de nombreuses hybridations ont été réalisées depuis un siècle à partir des variétés indiennes. C'est en fonction de l'objectif de production (marché local, marché sous régional ou international), des facteurs biotiques (insectes ravageurs et maladies) et abiotiques (températures, vent et pluviométrie) que le pépiniériste choisit les variétés à produire (Vincenot & Normand, 2009).

I.1.1 Systématique et principales variétés de manguiers

Le manguier (*Mangifera indica* L.) appartient à la classe des dicotylédones, ordre des sapindales, famille des *Anacardiaceae*, au genre *Mangifera*. Ce genre comporte 62 espèces arborescentes originaires de l'Asie du Sud-est (Singh, 1954) dont seize (16) consommées parmi lesquelles *Mangifera indica* L. L'essentiel des variétés cultivées sont diploïdes ($n=20$; $2n=40$; $2n=80$) (De Laroussilhe, 1980). Signalé pour la première fois au Sénégal en 1824 à Richard Toll, les variétés Mangué d'or et Sans pareille ont été installées dans les jardins d'essai de Thiès (Sébire, 1899). Aujourd'hui, les variétés Floridiennes (Kent, Keitt, Valencia, Palmer etc.) et Amélie peuplent la quasi-totalité des vergers greffés (Rey *et al.*, 2004) à côté des variétés locales. L'introduction de ces variétés a été accompagnée d'une vulgarisation des techniques de reconversion variétale (Saiah, 2012).

I.1.2 Morphologie

Le manguier est un grand arbre qui peut atteindre 35 à 40 m de hauteur, avec un houppier de 10 m de diamètre en moyenne. Son écorce est gris-brun foncé à noir. Le manguier peut avoir une grande longévité comme l'attestent certains sujets de production certes peu importante mais ayant vécu deux à trois siècles (De Laroussilhe, 1980). Ses feuilles, alternes, entières, ovoïdes-lancéolées à ovales ou elliptiques à apex acuminé, sub acuminé à pointu, sont

persistantes. Elles peuvent mesurer de 15 à 40 cm de long sur 6 à 15 cm de large et dégagent une odeur de térébenthine au froissement (Alexandre, 2002). La feuille est rose orangé à l'état jeune et vert foncé à maturité.

Le tronc est monocaule avec des branches verticillées ou étagées. La floraison apicale marque la fin de la croissance des rameaux qui émettent à la reprise des bourgeons latéraux. Cette alternance donne au manguier adulte une charpente pyramidale (Litz, 2009).

L'inflorescence est la partie reproductive de l'arbre. Les inflorescences sont des structures ramifiées avec une forme le plus souvent pyramidale. Le nombre de fleurs qu'elles contiennent dépend de la variété du manguier. Elles poussent presque exclusivement sur les unités de croissance terminales. Les inflorescences débourent au cours de l'hiver austral, c'est-à-dire entre juin et octobre (Saint-Criq, 2018). La floraison est induite par les températures fraîches (Davenport, 2009). Les fleurs sont petites, blanc rougeâtres et regroupées en grappe terminale de 10 à 40 cm de long. Elles sont mâles en majorité avec 3 à 30% d'hermaphrodites (Corbin, 1951). Elles comportent cinq pétales de 5 à 10 mm de long, cinq sépales et cinq étamines. L'ovaire super contient un seul ovule. Chaque inflorescence porte plusieurs milliers de fleurs mais ne donne que quelques fruits après fécondation. Les taux moyens de nouaison sont très faibles, inférieurs à 1/1000. La pollinisation est assurée par des insectes: mouches, thrips..., très rarement par les abeilles (Corbin, 1951). Le fruit est une drupe plus ou moins aplatie latéralement suivant les variétés. Celui-ci, climactérique, est une drupe très polymorphe selon les variétés (Le Bellec & Le Bellec, 2007). La forme peut être oblongue, elliptique, réniforme, ovoïde, cordiforme ou aplatie. Son poids varie de moins de 100 g à 2,5 kg en fonction de la variété (Mbaye, 2006). La peau, assez résistante, est à maturité de couleur jaune plus ou moins tachetée de vert et de rouge. Le noyau renferme une graine qui peut mesurer 4 à 7 cm de long sur 3 à 4 cm de large et 1 cm d'épaisseur. Il est recouvert de fibres plus ou moins développées dans la chair selon la variété. Pour bien mûrir le fruit a besoin d'une bonne insolation. A maturité la couleur du péricarpe est fonction de la variété. Le mésocarpe à maturité est jaune. La graine aplatie est protégée par un endocarpe lignifié. La mangue mûre est parfois ferme mais le plus souvent elle est juteuse.

Le système racinaire du manguier semble bien adapté à la recherche d'une nappe phréatique qui lui permet de subsister en cas de déficit pluviométrique (Rey, 1974). Le pivot ancré dans le sol est retrouvé à 6 m de profondeur et en surface les racines peuvent s'étendre à 9 m du tronc (Khan, 1960).

I.1.3 Stades phénologiques du manguiier - croissance rythmique

En saison chaude et humide, la croissance n'est pas continue. Chaque flush végétatif est suivi d'une période de repos apparent (croissance rythmique). Le cycle phénologique du manguiier est très influencé par les conditions climatiques. Pour fleurir, le manguiier a besoin d'un net arrêt de végétation, provoqué par une chute des températures moyennes et/ou par une période sèche marquée. Dans les zones tropicales humides, l'absence d'arrêt de végétation ne permet pas de caler le cycle de développement des différentes unités architecturales de l'arbre (Vaissière, 2014). Les floraisons et les poussées végétatives se succèdent de façon désynchronisée, accentuant l'aptitude naturelle du manguiier à fleurir de façon successive (fréquemment deux voire trois floraisons se succèdent chaque année à un mois et demi d'intervalle).

I.1.4 Ecologie du manguiier

Des pertes de 17% de pieds ont été notées en zone soudanienne où le déficit pluviométrique en année de sécheresse atteignait 250 à 350 mm (Rey, 1974). Plante de climat tropical, le manguiier pousse dans les zones à pluviométrie comprise entre 600 et 1200 mm (De Laroussilhe, 1980) par an et croît même très bien dans les climats marqués par une sécheresse, car son enracinement très profond et très étendu lui permet de puiser l'eau et les éléments nutritifs dans les couches profondes du sol (Wend-Kuni Bama, 2014). Les sols assez légers ou de structure moyenne sans croûte ni carapace à faible profondeur ou les sols profonds (au moins 2 m de profondeur) avec un pH compris entre 5,5 et 6,5 sont les mieux indiqués pour la culture du manguiier (Ouedraogo, 2002). La température minimale pour la croissance des pousses est de 19,5°C (Jacquemin, 1971) et la température supportable s'étend de 22 à 43,5°C.

Au Sénégal, 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 (Ouedraogo, 2002).

I.1.5 La production de mangues dans la zone des Niayes

Très hétérogène, la production de mangues au Sénégal peut être classée en trois catégories de vergers (Djiba et al., 2004; (Diedhiou *et al.*, 2007)):

- vergers traditionnels, de petites superficies (10 à 100 pieds), avec une conduite naturelle sans taille, sans irrigation et sans traitement. Les variétés de mangues produites sont généralement d'origine locale; Ces vergers représentent encore la majorité des superficies plantées au Sénégal, mais son impact économique reste exclusivement local et marginal (FNRAA, 2015);
- vergers traditionnels améliorés, avec les mêmes caractéristiques que la catégorie précédente; sauf que les arbres ont été rabattus (taille sévère) et sur greffés avec des variétés améliorées (Kent et Keitt) grâce à l'appui de la station fruitière de Mboro. Les produits de ces vergers sont généralement bien commercialisés vers les villes du pays;
- vergers modernes, ce sont des vergers plantés de mangues composés de variétés améliorées où dominant la Kent et la Keitt et dont la densité de plantation en ligne varie entre 250 à 450 pieds/ha. Dans ces vergers, plus de 50 % des plantations sont irriguées, et bénéficient d'une fumure régulière et de traitements contre les insectes et autres ravageurs. Le verger moderne entre en production 2 ou 3 ans après plantation et atteint une production de croisière vers 6 ans. Les objectifs de ce type de vergers étant d'exploiter au maximum la plus-value qu'il offre, sa production est généralement destinée à l'exportation.

Par ailleurs, (Grechi *et al.*, 2013) ont identifié quatre types de vergers : les “vergers de manguiers diversifiés sans entretien”, les “vergers de manguiers diversifiés avec un entretien faible”, les “vergers à base d'agrumes avec un entretien intermédiaire” et les “grands vergers monocultureaux d'agrumes ou de manguiers avec un entretien intermédiaire”.

Cette typologie a été établie selon la conception du verger (superficie, densité de plantation, espèces fruitières et cultivars de manguiers) et les pratiques de gestion (irrigation, fertilisation, pratiques phytosanitaires, gestion des sols et utilisation secondaire du verger).

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

II.1 Présentation de la zone d'étude

La présente étude a été conduite dans la zone agro-écologique du Bassin arachidier, plus précisément dans la commune de Fatick. La commune est située entre la longitudes $-16,13^{\circ}$ Ouest et la latitude $14,36^{\circ}$ Nord. Elle couvre une superficie de 7930 Km^2 . La région de Fatick est l'une des 14 régions administratives du Sénégal. Dans sa partie sud, elle est frontalière avec la république de la Gambie et est entourée au nord et au nord-est par les régions de Thiès, Diourbel, Louga et à l'est par la région de Kaolack. Cette étude a été faite dans le département de Fatick dans les localités de Fimela, Dioffior, Tattaguine et Samba Dia.

II.1.1 Organisation administrative

La région de Fatick est née de la partition de l'ex-région du Sine Saloum en 1984, elle est limitée à l'Est par la région de Kaolack, à l'Ouest par l'Océan Atlantique, au Nord par la région de Diourbel, au Nord-Ouest par la région de Thiès, au Sud par la Gambie. Elle compte trois (03) départements (Fatick, Gossas, Foundiougne), neuf (09) arrondissements (Ndiob, Fimela, Niakhar, Tattaguine, Djilor, Niodior, Toubacouta, Colobane, Ouadiour), et quarante (40) communes depuis l'entrée en vigueur de l'acte III de la décentralisation qui a consacré la communalisation intégrale. Elle couvre une superficie de 6.685 km^2 , soit $3,7\%$ du territoire national. La figure 3 montre les localités de notre zone d'étude.

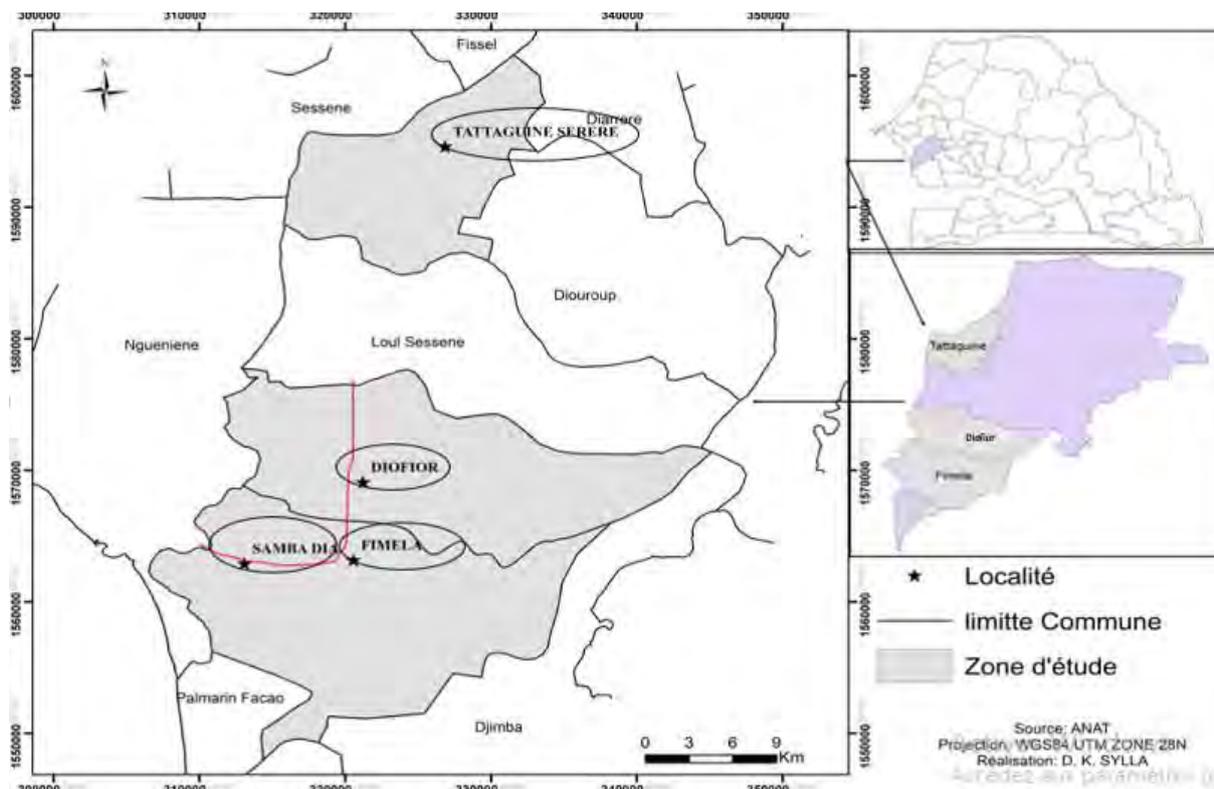


Figure 1: Carte de localisation de la zone d'étude

II.1.2 Données physiques

La région de Fatick baigne dans un environnement naturel caractérisé par un climat de type tropical soudanien, marqué par une variante sahélo soudanienne et une variante soudano sahélienne. Elle subit également l'influence du climat maritime sur la partie côtière des départements de Foundiougne et Fatick.

Au cours des deux dernières années, les températures minimales ont oscillé entre un peu moins de 20,6° C et un peu plus de 21,1° C alors que les températures maximales se situaient entre 35,8° C et près de 36,8° C. L'ensoleillement tournait autour de 7 heures par jour. Les principaux vents qui balaient la région sont : Le Harmattan, chaud et sec, qui souffle sur toute la partie Nord et Nord-Est ; l'Alizé maritime présent dans la zone côtière et la Mousson soufflant entre Avril et Octobre.

II.1.3 Relief et types de sol

La région de Fatick est couverte par une grande plaine dont la monotonie est rompue dans sa partie Nord par les deux vallées du Sine et du Car-Car, et au sud par la vallée de Djikoye. A l'Ouest, la vallée de Thiakor se prolonge jusqu'en amont de Faoye. Les ressources pédologiques font état de 3 à 4 types de sol qui varient selon les zones écologiques : les sols ferrugineux tropicaux (Dior et Deck), les sols hydro-morphes des vallées, les sols

halomorphes (sols salins, « tanne ») et les sols des mangroves observés dans les îles et les estuaires.

II.1.4 Végétation Et faune

La végétation suit parfaitement la configuration d'ensemble au plan climatique et stationnel et présente une variabilité très marquée d'une zone à une autre. L'essentiel des formations forestières reste toutefois confiné dans le département de Foundiougne et un peu au Sud des arrondissements de Fimela et de Tattaguine. La situation écologique de la région est marquée par une tendance générale de dégradation des ressources végétales, à cause de plusieurs facteurs en synergie dont, les défrichements, les coupes de bois pour divers usages, les feux de brousse, des facteurs qui ont été exacerbés par des périodes de sécheresse. Cette situation a fini par modeler des paysages comme la Mangrove et certaines formations forestières jouxtant des villages à forte densité humaine. Au niveau des zones ferrugineuses de la partie nord, Nord Est de la région, on trouve l'*Acacia albida* sous forme de parcs vieillissants dans les paysages agraires. En progressant vers le sud dans la partie continentale de la partie estuarienne et dans la zone de polyculture, le couvert s'enrichit progressivement avec des espèces soudano- Guinéennes telles qu'*Anogeisus leiocarpus*, *Cordyla pinnata*, *Pterocarpus erinaceus*, *Detarium senegalense*. Le *Borassus aethiopium* est présent notamment dans l'arrondissement de Fimela où se trouve la rônèraie de Samba Dia érigée en Réserve de la Biosphère et ailleurs, dans l'arrondissement de Tattaguine, on peut également noter la rônèraie de Doudame. La mangrove avec *Avicennia nitida*, *Rhizophora racemosa* et *Langunculari.sp* occupe les rives des bras de mer. Elle constitue un réservoir biologique et un potentiel écologique et économique important pour la région. La région de Fatick dispose d'un domaine forestier composé de 14 forêts classées couvrant une superficie de 87 577 ha, soit un taux de classement de 13%. L'essentiel des formations forestières reste concentré dans le département de Foundiougne et un peu au sud du département de Fatick (Fimela et Tattaguine). Cette végétation est aujourd'hui menacée par la conjonction de plusieurs facteurs tels que les feux de brousse, les défrichements et les coupes abusives. C'est également une région marquée par l'existence d'une faune abondante et variée (faune terrestre, avifaune sédentaire, avifaune migratrice) à cause de la présence de zones humides dans la partie sud-est avec de nombreux massifs forestiers, notamment le Parc National du Delta du Saloum (PNDS) et une importante mangrove, constituant des zones d'habitat et de refuge pour cette faune. (IREF, 2012)

II.1.5 Données climatologiques

Il est de type tropical soudanien marqué d'une part par une variante sahélo-soudanienne dans les départements de Fatick et Gossas et d'autre part par la variante soudano-guinéenne dans le département de Foundiougne où les conditions sont plus favorables. Il faut cependant noter que les zones côtières sont fortement influencées par le climat maritime. Les précipitations dont l'irrégularité et la faiblesse décrivent un gradient nord sud, oscillent entre les isohyètes 400 et 800 mm.

i. Température

La région de Fatick connaît deux (02) saisons climatiques marquantes :

- Une saison sèche qui dure neuf mois, allant de mi-octobre à mi-juin, avec une période de fraîcheur de novembre à mars ;
- Une saison des pluies qui dure 3 mois, allant de mi-juin à mi-octobre.

La figure 2 montre la variabilité climatique de la région de Fatick de 1982 à 2012.

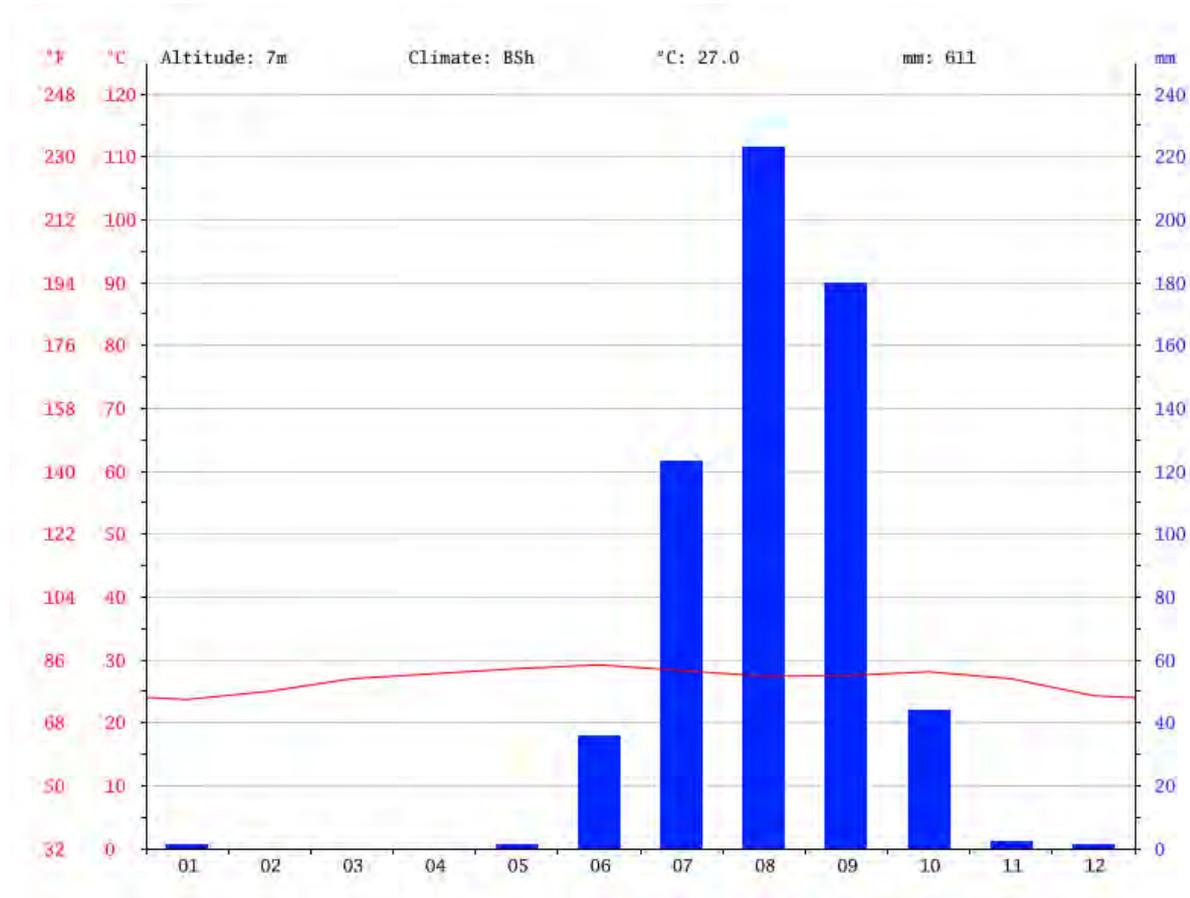


Figure 2: Variabilité climatique dans la région de Fatick de 1982 à 2012 (source : <https://fr.climate-data.org/location/2981/>)

ii. Pluviométrie

La pluviométrie est variable d'une année à une autre. Les quantités d'eau évoluent d'année en année. En 2014, le cumul des quantités d'eau de pluie du département de Gossas est de 620,3mm en 25 jours ; celui de Foundiougne de 550,82mm en 37 jours et enfin celui de Fatick estimé à 884,9 mm en 45 jours.

II.1.6 Données hydrographiques

Les ressources en eau de la région sont constituées des eaux de surface et des eaux souterraines. Les eaux de surface sont constituées des cours d'eau pérennes du Sine, du Saloum, du fleuve Gambie ainsi que de leurs affluents (bolongs) localisés dans le département de Foundiougne que sont le Bandiala, le Soundougou, le Nianing-Bolong et le Diomboss. Il existe également des cours d'eau temporaires constitués de marigots et de mares. La façade maritime est longue de 65 km. Les ressources en eau souterraine sont caractérisées par des aquifères salés surtout la nappe mæstrichtienne et du paléocène, l'éocène n'étant pas productif dans la région.

II.1.7 L'arboriculture fruitière dans la zone centre

En termes de production fruitière, les informations dont dispose la Direction Régionale de Développement Rural (DRDR) de Fatick renseignent sur la disposition des agroécosystèmes fruitiers sur deux principaux axes de la zone centre du Sénégal : un premier axe allant de Ndiosmone à Ndangane et un second allant de Sokone à Karang à la frontière avec la Gambie. Historiquement, l'arboriculture fruitière dans la commune de Dioffior a été initiée avec la mise en place des premiers vergers vers les années 2000 avec l'aide d'un Français du nom de Jacques GASC à l'occasion d'une sensibilisation générale sur la technique d'irrigation « irriguas » en milieu Sahélien. Il y avait trois conditions pour un don de plants de manguiers dans ce projet dans cette commune de Dioffior (champ clôturé, présence d'un puits, surveillance du verger en permanence). A la fin, ce projet a pu planter environ 45 000 pieds de manguiers et anacardiés avec des manguiers plus représentatifs dans les vergers. La CAPH (Coopération des Associations des Producteurs Horticoles) à Dioffior, a répertorié un nombre de 119 producteurs (avec plus ou moins des contrastes sur la production). Plus au sud, la concentration en vergers augmente dans la commune de Fimela et ses environs. Il est également noté dans ces localités une tradition de production fruitière sous forme de vergers pour la consommation et le commerce en milieu local.

II.2 Méthodologie

II.2.1 Critères de choix des vergers

La technique de l'inventaire floristique a été utilisée pour déterminer la diversité compositionnelle et structurale du peuplement ligneux. Pour décrire et caractériser la diversité de la flore ligneuse suivant les systèmes d'utilisation des terres, des relevés floristiques ont été effectués dans les quatre terroirs villageois de Fimela, Samba Dia, Dioffior et Tattaguine. Ce sont des zones d'importances pour la production de mangue, d'accès aisés et proches de la zone de résidence.

Différents critères ont été utilisés pour sélectionner les vergers à caractériser :

Accessibilité en toute saison : les vergers labourés ont été choisis, le propriétaire ou le responsable de la gestion du verger devait être présent pour les besoins de l'enquête ;

Espèces plantées : ce sont les vergers monospécifiques de manguiers ou les vergers plurispécifiques avec une dominance de manguiers ;

Nombre de pieds : dans chaque verger, 100 arbres ont été choisis pour les mesures. Dans le cas des vergers ayant un nombre d'arbre inférieur à 100, ils ont été mesurés intégralement.

C'est ainsi que nous avons démarré l'étude. Les relevés de végétation ont permis de décrire la structure des vergers. Elles ont été obtenues à partir de mesures et par observation du milieu.

Ce sont :

- Les espèces cultivées
- La variété des manguiers
- Les distances de plantation entre les rangs et sur le rang afin de quantifier les densités moyennes de plantation, mesurées à l'aide de ruban-mètre. Lorsqu'il nous arrive de ne pas distinguer les rangs, la distance avec l'arbre le plus proche a été mesurée.
- Les diamètres de frondaison obtenus à l'aide de ruban-mètre
- Les hauteurs des arbres évaluées par estimation
- La vigueur du feuillage évaluée sur une échelle de 1 à 5. Ainsi, la note 5 correspond à un feuillage dense alors que la note 1 caractérise un arbre sans feuillage. Ce paramètre nous donne une idée sur l'état de santé de l'arbre.
- La litière au sol estimée sur une échelle de 1 à 3. Elle correspond à la quantité de feuilles sèches sous l'arbre. 1 correspond à un sol entièrement nu tandis que 3 correspond à un sol entièrement recouvert de feuilles et de résidus d'élagage.

- L'état de l'arbre, mort (noté 0) ou vivant (noté 1).

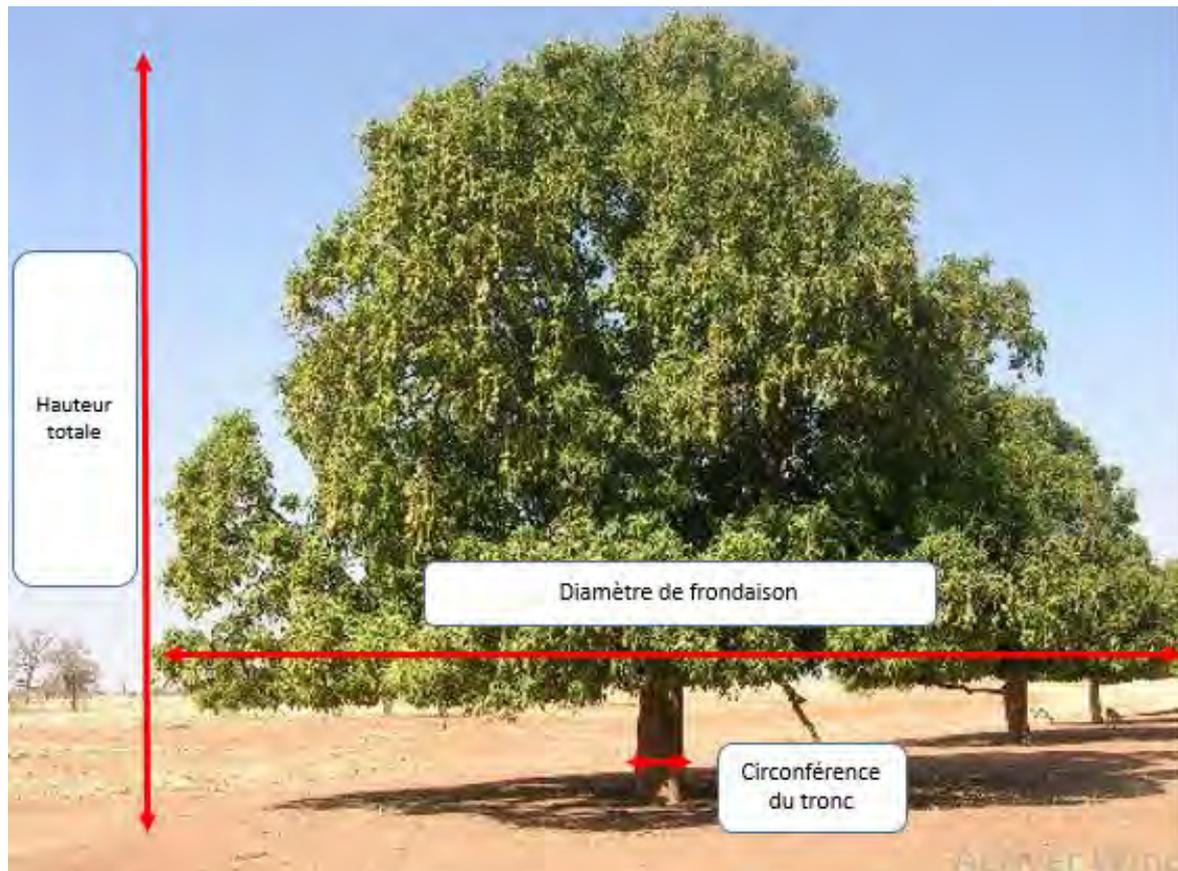


Figure 3: Paramètres mesurés sur un arbre

Les relevés d'enquête ont été obtenus à partir de questionnaire (voir annexes). Ils ont permis d'avoir des informations sur les pratiques agricoles appliquées par les exploitants (figure 5).

Les questions portent sur les techniques d'entretiens des vergers à savoir :

- les traitements phytosanitaires,
- la taille des arbres,
- l'irrigation,
- la fertilisation,
- l'entretien du verger (mécanique et sanitaire),
- la présence d'animaux,
- le mode d'écoulement de la production

L'étude a été effectuée sur 74 vergers répartis dans les communes de Fimela, Tattaguine, et Dioffior de façon à ce que l'échantillon soit le plus représentatif possible (un nombre égal de vergers dans la semaine pour chaque commune) avec l'aide dans l'identification et l'orientation stratégique. Chaque verger était considéré comme une unité d'étude. Nous avons

attribué un numéro ainsi qu'une lettre à chaque verger afin d'identifier les parcelles élémentaires.

Ainsi le plus grand nombre de verger a été repertorié à Fimela, notamment les vergers avec un plus grand niveau d'intensification (vergers multispécifique, entretenu régulièrement). 6 vergers ont été repertorié à Diofior et 6 à Tattaguine. Par ailleurs la quasi-totalité des vergers de la zone centre a été étudié.

Tableau 1: Répartiton des vergers en fonction de la localité

Localités			
Fimela	Diofior	Tattaguine	Caractéristiques
43	5	5	Manguier densités de plantation faibles niveau d'entretien faible variétés rustiques (BDH) Pas d'utilisation secondaire du verger
20	1	0	vergers multi spécifiques citronniers prédominant niveau d'entretien intermédiaire régulièrement irrigué



Figure 4:Enquête sur les pratiques des arboriculteurs



Figure 5: Mesure des paramètres dendrométriques

2.1.1 Variables utilisées

Les études typologiques ont été faites par des mesures de variables actives et illustratives. Ces différentes variables actives ont permis de faire ressortir la typologie de la zone d'étude.

i. Les variables actives :

- Les variables actives dites « variables de la structure du verger » (Tableau 1). Elles décrivent la conception actuelle du verger qui résulte du choix des producteurs. Ce sont la superficie du verger, la densité de plantation des arbres, le coefficient de variation de la densité de plantation des arbres, la diversité floristique et la proportion des espèces et des variétés dans chaque verger.

Tableau 2: Variables actives de structure du verger

Dénomination	Signification
Superficie	Superficie du verger (ha)
Densité	Densité de plantation des arbres (arbres/ha)
CV densité	Coefficient de variation de la densité de plantation des arbres
indRS	Composition du verger en espèces
indRV	Composition du verger en variétés de manguiers
Kent	Pourcentage en variété Kent
Keitt	Pourcentage en variété keitt
BDH	Pourcentage en variété Boucodiékhhal
Sewe	Pourcentage en variété sewe
Mg Divers	Pourcentage en manguiers divers
Oranger	Pourcentage en orangers
Anacardier	Pourcentage en anacardiens
Mandarinier	Pourcentage en mandariniers
Citronnier	Pourcentage en citronniers
Papayer	Pourcentage en papayers
Goyavier	Pourcentage en goyaviers
Fr Divers	Pourcentage en fruitiers divers (espèces fruitières les moins fréquentes)

Les variables actives dites « variables de conduite du verger » (Tableau 2) : Ce sont les activités menées dans le verger (le pâturage, le maraichage, l'irrigation, l'entretien du sol, l'application de pesticides, l'apport en fertilisants organiques et/ou minéraux et la lutte sanitaire contre les mouches des fruits). Les variables du groupe « gestion du verger » décrivent les pratiques de gestion annuelles appliquées par l'agriculteur pour l'entretien du verger. Ils ont été définis comme des variables ordinales qualitatives dont le nombre de modalités variait de deux à quatre. En règle générale, plus la valeur de modalité est élevée, plus le niveau d'utilisation de la pratique est élevé. Une valeur de modalité de «0» signifie que la pratique n'est pas appliquée. Les modalités ont été définies et les valeurs attribuées aux vergers sur la base des données recueillies lors des entretiens avec les agriculteurs

Tableau 3: Variables actives de conduite du verger

Dénomination	Signification
Pâturage	Utilisation du verger pour le pâturage
Maraichage	Utilisation du verger pour le maraichage
Irrigation	Apport en eau dans le verger
entretSol	Entretien apporté au sol
Pesticide	Nombre d'applications en pesticide
Fertilisation	Nombre d'applications en fertilisant organique
recSanitaire	Ramassage des fruits tombés

ii. Les variables illustratives

Ce sont le taux de mortalité des arbres fruitiers, la hauteur des arbres, la vigueur des arbres, la couverture du sol par la projection de la canopée, la litière, le coefficient de variation de la hauteur des arbres, le coefficient de variation de la couverture du sol (Tableau 3).

Tableau 4: Variables illustratives

Dénomination	Signification
Zone	Commune ou village où se situe le verger
TxMort	Le taux de mortalité des arbres
Hauteur	La hauteur des arbres (m)
Vigueur	Le niveau de vigueur des arbres
couvSol	Pourcentage de recouvrement du sol par les arbres
Litière	Le niveau de litière au sol
CV hauteur	Le coefficient de variation de la hauteur
CVcouvSol	Le coefficient de variation du recouvrement

II.3 Traitement des données et Construction de la typologie

Les données brutes collectées du terrain ont été d'abord traitées à l'aide du tableur Excel. Le calcul de nouvelles variables et la construction de la typologie ont été réalisés avec le logiciel R version 2.13.0 avec le paquetage « FactoMineR ». L'analyse des résultats sur la construction de la typologie s'est faite en deux principales étapes :

Les types de vergers ont été caractérisés pour l'ensemble de l'échantillon à l'aide de statistiques descriptives et d'une analyse multi variée. Une analyse multifactorielle (Hierarchical Multiple Factor Analysis) sur les variables actives et ensuite une analyse hiérarchique ascendante (Agglomerative Hierarchical Clustering) sur les résultats de cette HMFA.

Les variables «illustratives» n'ont pas participé à la classification mais ont été utilisées a posteriori pour illustrer les caractéristiques des groupes obtenus à partir des analyses HMFA (Hierarchical Multiple Factor Analysis) et AHC (Agglomerative Hierarchical Clustering). Les variables «actives» et «illustratives» qui caractérisent le mieux les groupes ont été identifiées et ordonnées sur la base du critère de v-test, avec un niveau de signification = 0,05. Pour une variable quantitative x et sous l'hypothèse nulle que la moyenne xq dans le groupe q est égale à la moyenne globale X, le test v est calculé comme suit :

$$v - test = \frac{\bar{x}_q - \bar{x}}{\frac{s^2}{n_q} \sqrt{\frac{n - n_q}{n - 1}}}$$

où nq indique le nombre de vergers du groupe q; n, le nombre total de vergers; et s, l'écart type de x pour tous les vergers. Le nombre n s'élève à 74. Plus la valeur absolue du test v est élevée, meilleure est la variable x caractérisant les vergers de le groupe q. Le signe du v-test indique si la moyenne du groupe q est inférieure (v-test <0) ou supérieure (v-test > 0) à la moyenne globale. Le v-test est également défini pour les variables qualitatives et teste l'hypothèse nulle selon laquelle le nombre de vergers pour lesquels la variable prend une catégorie j est identique dans le groupe q (njq) et dans l'échantillon global.

II.4 Caractérisation des haies

Les espèces composant les haies autour des vergers ont été répertoriées suivant les quatre directions cardinales : nord, est, sud, ouest. Dans certains cas les vergers étaient entourés de murs. Pour chaque espèce, dans chacune des 4 directions, des coefficients de dominance-abondance et de sociabilité ont été attribués. (Voir annexes)

Ces indices sont semi-quantitatifs et correspondent à des coefficients basés sur des estimations de la densité des espèces (indice d'abondance) et des taux de recouvrement c'est-à-dire sa projection au sol (indice de dominance). L'indice de Shannon a été calculé à partir de ces résultats. Cet indice nécessite un dénombrement des individus de chacune des espèces. Or, dans le cas de ces relevés, les coefficients d'abondance-dominance ont été convertis en un

pourcentage moyen de recouvrement (Bouzillé, 2007). Ainsi, on obtient pour chaque valeur de recouvrement, un coefficient correspondant.

Tableau 5: Pourcentages de recouvrement des espèces de la haie vive

Coefficient d'abondance-dominance	Recouvrement correspondant à chaque indice	Pourcentage moyen de recouvrement
5	$R > 75$	87,5
4	$50 < R > 75$	65,2
3	$25 < R > 50$	37,5
2	$5 < R > 25$	15
1	$1 < R > 5$	3
$r, +$	$R < 1$	0,5

Lorsque l'espèce se répartit régulièrement dans le relevé, on peut appliquer le chiffre d'abondance-dominance à celui de la sociabilité.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

III.1 Résultats

III.1.1 Composition en arbres fruitiers des vergers

La figure 7 montre la proportion des espèces fruitières dominantes dans la zone. L'inventaire des espèces fruitières a donné un nombre total de 16 espèces. Le manguier (*Mangifera indica*) reste l'arbre fruitier dominant dans la zone centre avec 89% des arbres caractérisés dans les vergers. Les agrumes composés de citronniers (*Citrus limon*), mandariniers (*Citrus reticulata*), orangers (*Citrus sinensis*) et de pamplemoussiers (*Citrus maxima*) sont présents à 8% dans l'ensemble des exploitations. Les fruitiers divers qui représentent 3% de l'ensemble des arbres. Ce sont les Anacardiens (*Anacardium occidentale*), les corossoliers (*Annona muricata*), les pommiers-cannelles (*Annona squamosa*), les papayers (*Carica papaya*), les cocotiers (*Cocos nucifera*), les sapotilliers (*Manilkara zapota*), les avocatiers (*Persea americana*), les palmiers-dattiers (*Phoenix dactylifera*), les cerisiers (*Prunus sp*), les goyaviers (*Psidium guajava*) et enfin les grenadiers (*Punica granatum*). En outre, dans 46% des vergers, les manguiers sont associés soit à des cultures annuelles (mil, arachide, niébé, sorgho ou maïs), à des cultures maraichères (poivron, piment, manioc, radi, carotte, oignon, persil, choux, tomate, gombo, aubergine douce ou aubergine amère) ou à des cultures fruitières (pastèque, fraise, melon).

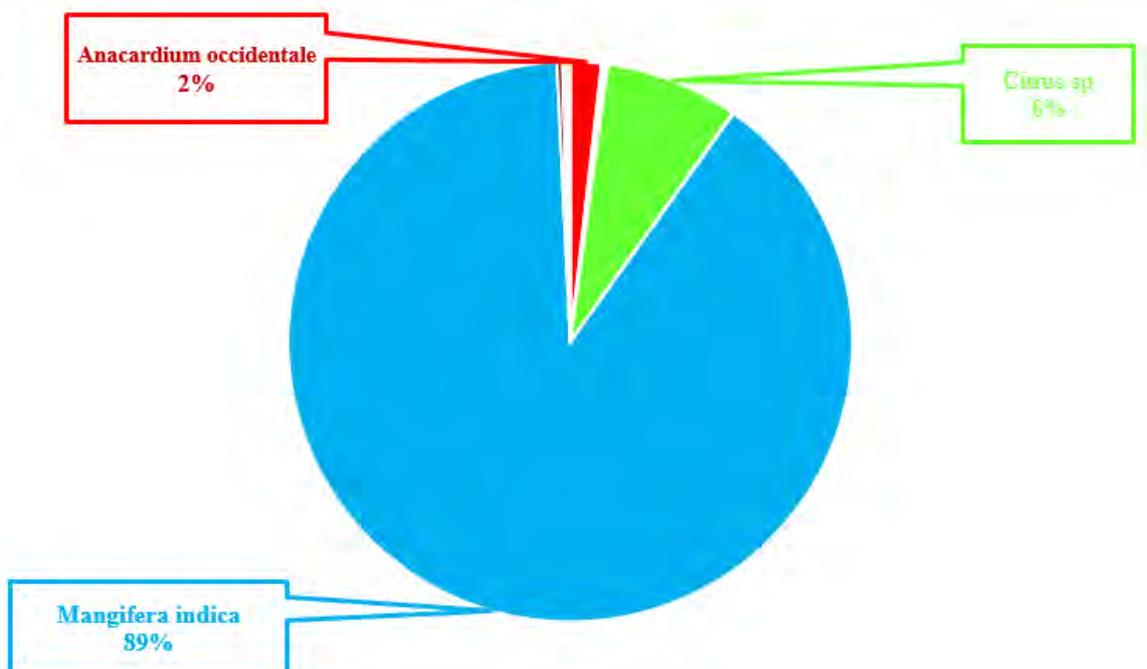


Figure 6: Diversité des espèces fruitières dans la zone

III.1.2 Diversité variétale des manguiers

La figure 8 représente les variétés de manguiers dominantes dans la zone. L'étude a permis de répertorier 26 variétés de manguiers dont plusieurs d'entre elles prennent le nom de leurs appellations locales. La proportion de chaque variété montre que la Kent (49.05%) est dominante dans la zone. Il s'agit des variétés Africa, Amélie, Bagdad, Birane Diop, Boukodiekhil, Boussatap, Dale, Diourou, Gabonaise, Greffal, Hybride, Keitt, Kent, Khady Thiam, Khegnal, Mangue ronde, Mlomp, Ousseynou, Palmer, Pêche, Pétrole, Pomme, Sensation, Soudan, Sucre et Thiass. Les variétés dominantes sont représentées sur la figure 8.

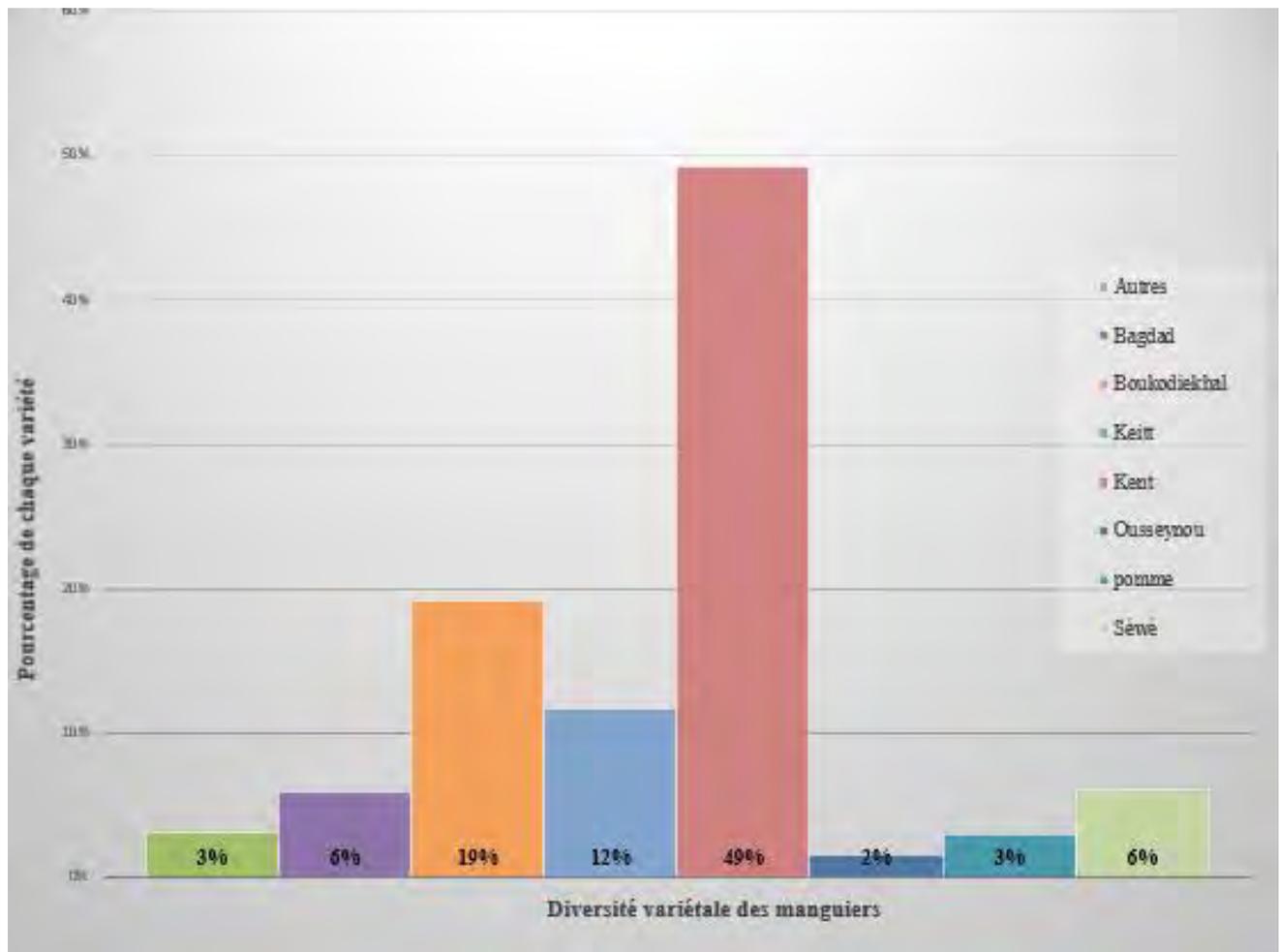


Figure 7: Variétés de manguiers dans la zone d'étude

III.1.3 La typologie des vergers

Les résultats d'analyse multifactorielle sur les variables collectées dans les agroécosystèmes étudiés ont montré trois types de vergers.

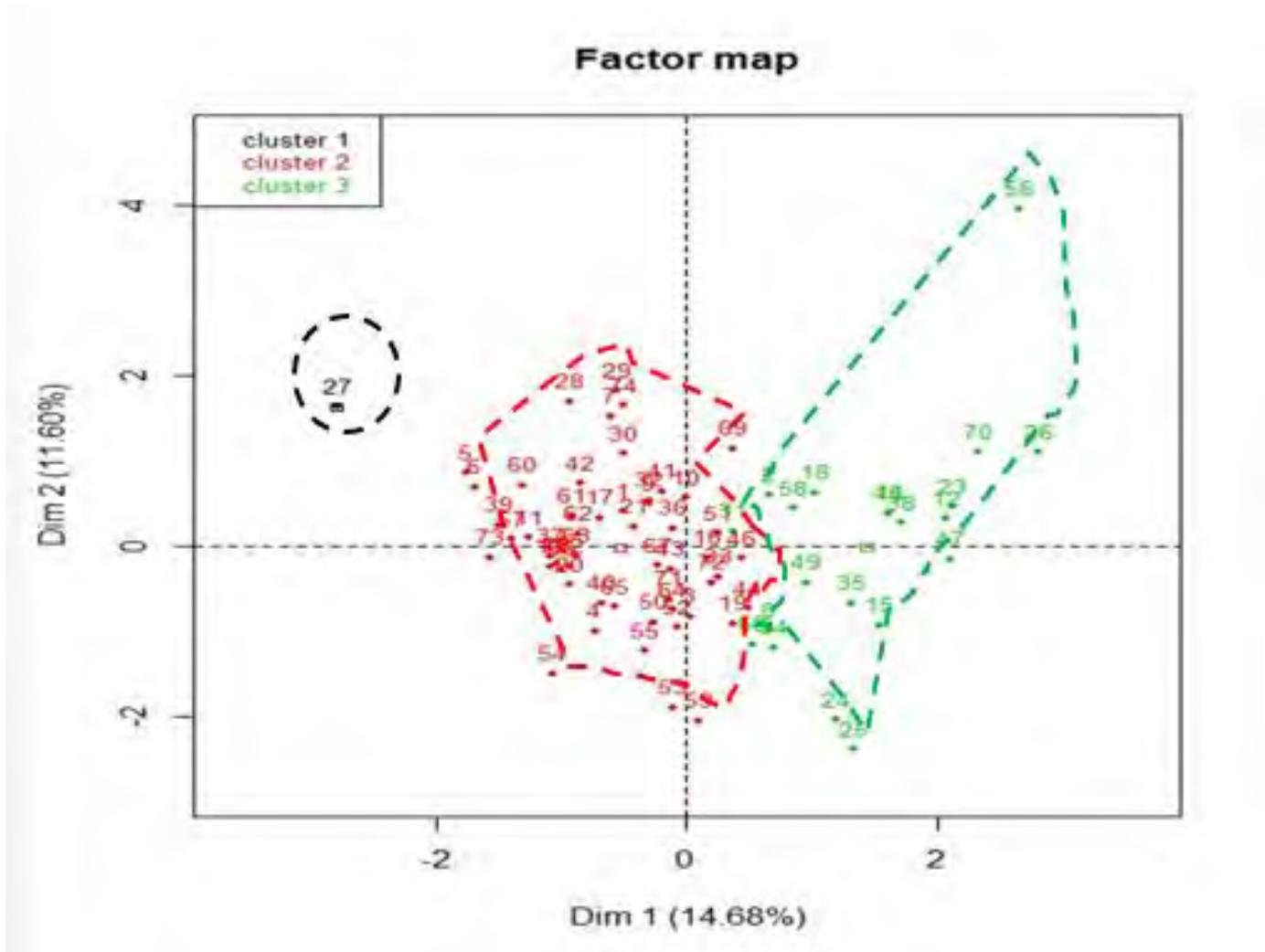


Figure 8: Répartition des Types de vergers

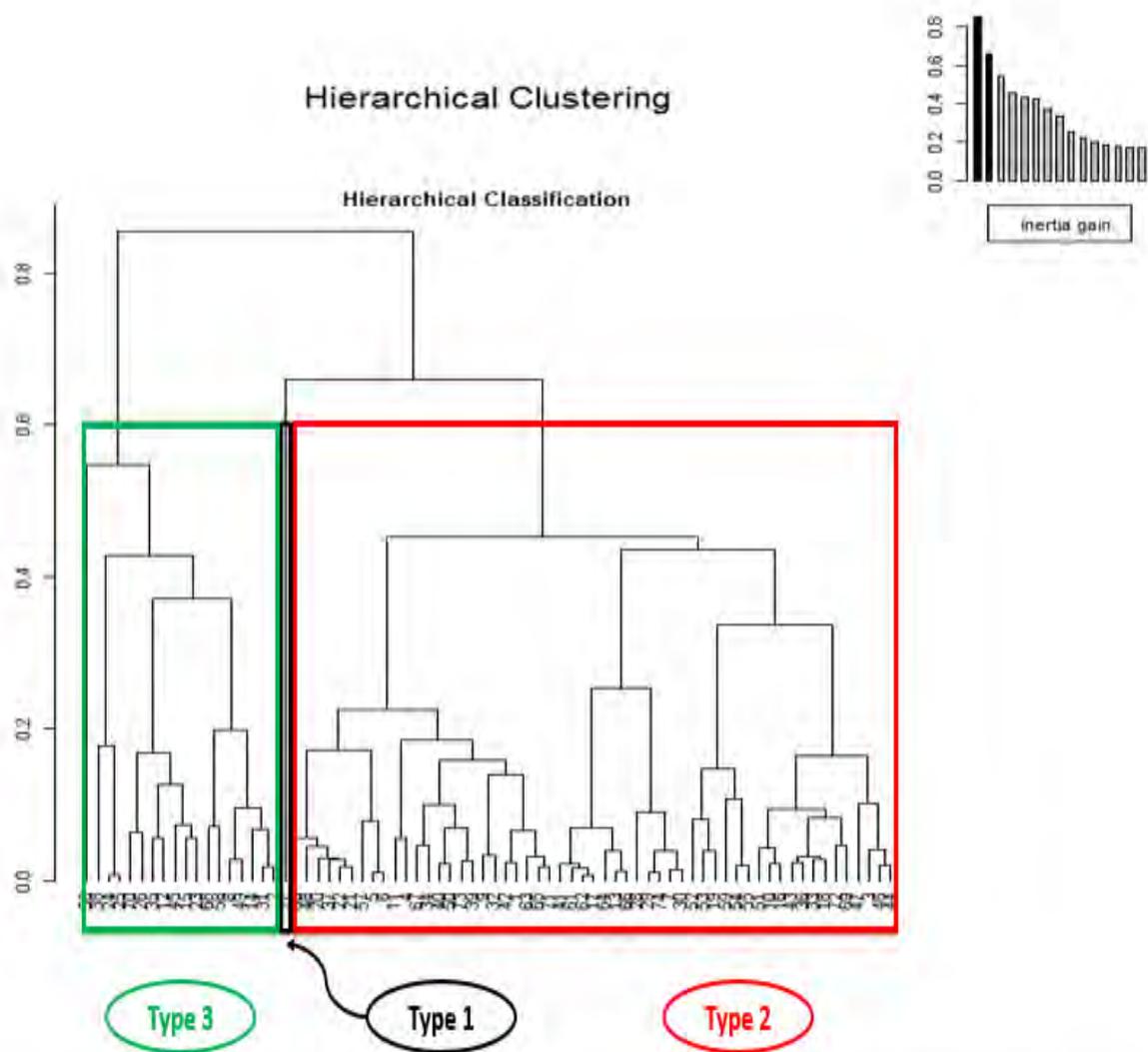


Figure 9: Dendrogramme montrant les deux types de vergers de l'agroécosystème étudié

III.1.4 Description des types de vergers variables

Les caractéristiques des groupes de vergers sont illustrées sur la figure 10. Les variables apparentes sont celles qui ont un effet significatif dans le groupe. Le signe que prend la variable (sa position par rapport au v-test) indique si la variable est présente ou non. Son degré de présence ou d'absence dans le type verger est indiqué par sa longueur sur l'axe vertical.

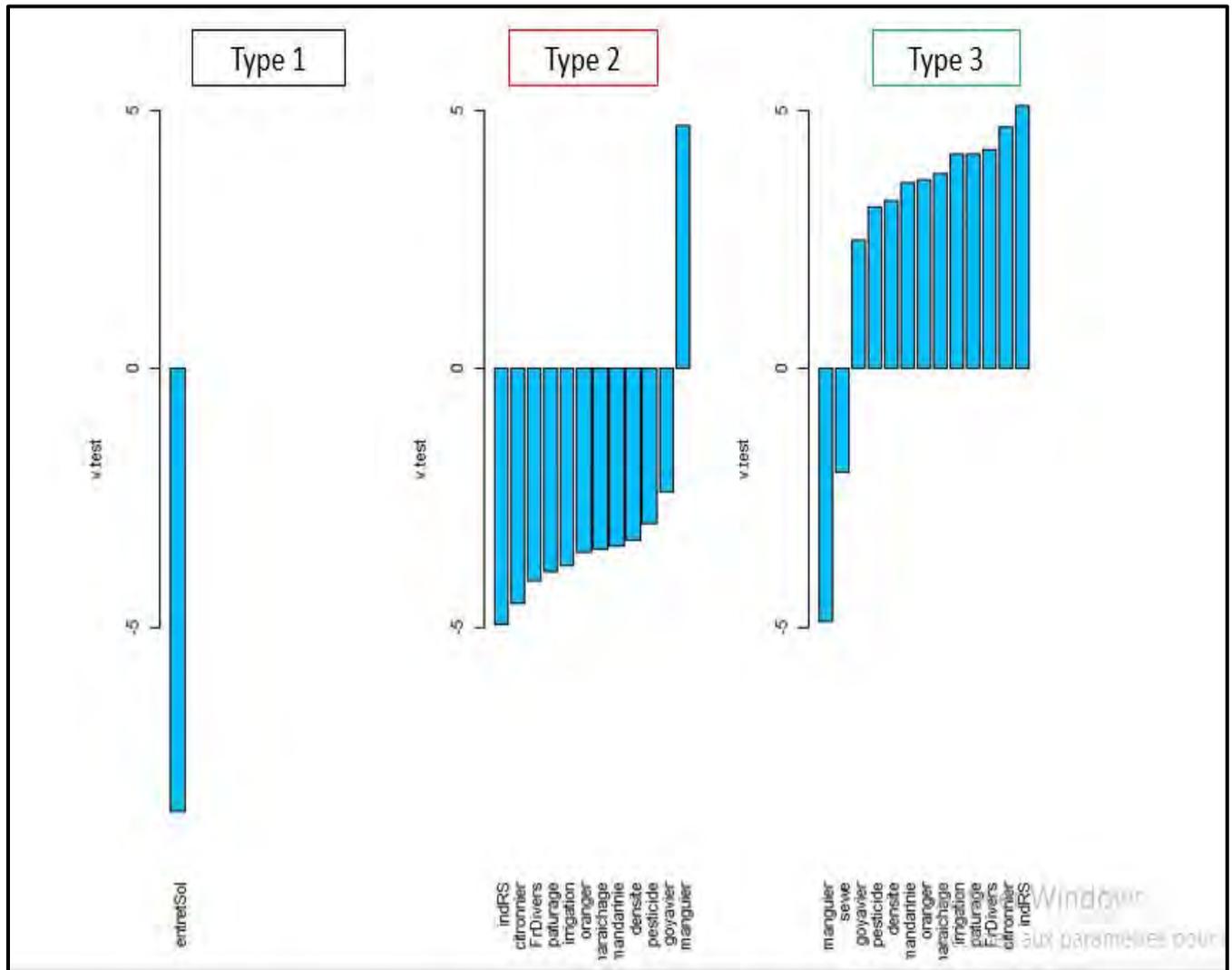


Figure 10: Variables caractérisant les 2 types de vergers

Les résultats montrent globalement trois groupes mais le premier est en réalité un verger qui se distingue des autres par une variable de pratique (entretSol), donc pas de différence de végétation ni de structure. On ne peut pas le considérer comme un groupe dans ce cas. Donc, il y a globalement deux types de verger.

– Les vergers de types 1

Ce sont des vergers caractérisés par une faible variabilité spécifique. Ils sont essentiellement composés de manguiers, donc leurs richesses spécifique est très faible. Les densités de plantation sont faibles avec un bas niveau d'entretien (irrigation, entretien du sol et utilisation de pesticides très faible voire absent). Les vergers du type 1 sont plus souvent composés de variétés rustiques telles que Boukodiekhhal (BDH). Ce sont des variétés polyembryonnées, ne nécessitant pas forcément de greffage pour garder la variété et peuvent simplement être reproduits par semis des plants issus d'embryons nucellaires. Par ailleurs leur composition en agrumes est très faible. En outre ils ne sont utilisés ni pour le maraichage ni pour le pâturage. Ces vergers sont répertoriés dans les communes de Dioffior, Fimela, Samba Dia et Tattaguine.

– Les vergers de types 2

Ce sont des vergers multispécifiques, à prédominance moyenne de citronniers figurant parmi les vergers avec les niveaux d'intensification les plus élevés. Leur caractère principal est leur richesse spécifique. Ils sont composés de plusieurs espèces fruitières. Ils ont un entretien intermédiaire et sont régulièrement irrigués. Ils ont une densité de plantation élevée. La plupart de ces vergers sont utilisé secondairement pour les autres cultures. Ils sont retrouvés dans les communes de Dioffior et de Fimela.

III.1.5 Caractérisation des haies vives et corrélation entre les types de vergers et les espèces de la haie

Un aspect intéressant de la caractérisation des vergers à base de manguiers est la description des haies environnantes et leur classification selon l'utilité des espèces. En effet, les espèces végétales en milieu sahélien ont été classées selon leur fonction par Yossi *et al.* (2006). Ce sont :

- des espèces de bornage (usage1)
- des espèces de protection défensive (usage2)
- des espèces de bois d'œuvre ou bois de feu (usage3)
- des espèces à usage médicinale, condimentaire ou tinctorial (usage4)
- des espèces fruitières (usage5).

Au total 60 espèces ont été recensées en strates arborées ou arbustives (Tableau 5). Au moment des enquêtes, les espèces de la strate herbacée étaient quasiment absentes.

Tableau 6: Espèces de la haie vive et leurs différents usages

Famille	Espèces	Plantes hôtes de mouches des fruits
Espèces de bornage (1)		
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia balsamifera</i>	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia tirucalli L. Sp</i>	
Espèces de protection défensive (2)		
Mimosaceae	<i>Acacia adansonii</i>	
Mimosaceae	<i>Acacia ataxacantha</i>	
Mimosaceae	<i>Acacia mellifera</i>	
Mimosaceae	<i>Acacia nilotica</i>	
Mimosaceae	<i>Acacia senegal</i>	
Mimosaceae	<i>Acacia seyal</i>	
Balanitaceae	<i>Balanites aegyptiaca</i>	
Mimosaceae	<i>Bauhinia rufescens</i>	
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea glabra</i>	
Apocynaceae	<i>Calotropis procera</i>	
Combretaceae	<i>Combretum aculeatum</i>	
Fabaceae	<i>Dalbergia melanoxylon</i>	
Fabaceae	<i>Delonix regia</i>	
Mimosaceae	<i>Faidherbia albida</i>	
Moraceae	<i>Ficus sycomorus</i>	*
Moraceae	<i>Ficus vogelii</i>	*
Rubiaceae	<i>Gardenia ternifolia</i>	
Rubiaceae	<i>Gardenia triacantha</i>	
Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i>	*
Euphorbiaceae	<i>Jatropha podagrica</i>	
Mimosaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	
Mimosaceae	<i>Prosopis chilensis</i>	
Apocynaceae	<i>Thevetia nerifolia</i>	
Espèces de bois d'œuvre et de feu (3)		
Mimosaceae	<i>Anogeissus leiocarpus</i>	
Méliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	

Poaceae	<i>Bambusa vulgaris</i>	
Fabaceae	<i>Bauhinia reticulata</i>	
Fabaceae	<i>Cassia siamea</i>	
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	
Combretaceae	<i>Combretum glutinosum</i>	
Myrtaceae	<i>Eucalyptus alba</i>	
Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	
Combretaceae	<i>Guiera senegalensis</i>	
Meliaceae	<i>Khaya senegalensis</i>	
Celastraceae	<i>Maytenus senegalensis</i>	
Rubiaceae	<i>Nauclea latifolia</i>	
Combretaceae	<i>Terminalia mantaly</i>	
Espèces productives à usages médicinales, condimentaires, tinctoriales (4)		
Arecaceae	<i>Borassus aethiopicum</i>	
Fabaceae	<i>Parkia biglobosa</i>	
Anacardiaceae	<i>Heeria insignis</i>	
Lythraceae	<i>Lawsonia inermis</i>	
Espèces fruitières (5)		
Malvaceae	<i>Adansonia digitata</i>	
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	*
Arecaceae	<i>Borassus aethiopicum</i>	
Rutaceae	<i>Citrus limon</i>	*
Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i>	*
Sterculiaceae	<i>Cola cordifolia</i>	
Fabaceae	<i>Detarium senegalense</i>	
Ebenaceae	<i>Diospyros mespiliformis</i>	
Moraceae	<i>Ficus capensis</i>	*
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i>	
Chrysobalanaceae	<i>Neocarya macrophylla</i>	
Fabaceae	<i>Parkia biglobosa</i>	*
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	*
Apocynaceae	<i>Saba senegalensis</i>	*

Anacardiaceae	<i>Sclerocarya birrea</i>	*
Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i>	*
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mauritiana</i>	*

Les différents usages de ces espèces ont été corrélés aux types de vergers. Elle a été montrée avec le test de Pearson avec un degré de liberté de 5. Le P-value $<2.2 \times 10^{-16}$ permet d'appréhender la corrélation qui est très hautement significative.

Tableau 7: Corrélation des usages des espèces de la haie vive en fonction du type de verger

Type	Usage 1	Usage 2	Usage 3	Usage 4	Usage 5
1	62680	2296	2256	1369	4416
2	13831	207	696	193	972

La figure 12 montre la composition de la haie vive en fonction du type de verger. Les résultats montrent ici que les espèces de bornages (*Euphorbia balsamifera*, *Euphorbia tirucalli*) sont plus fréquentes dans les haies la zone d'études. Les haies vives des vergers de type 1 sont plus riches en espèces que celles du type 2.

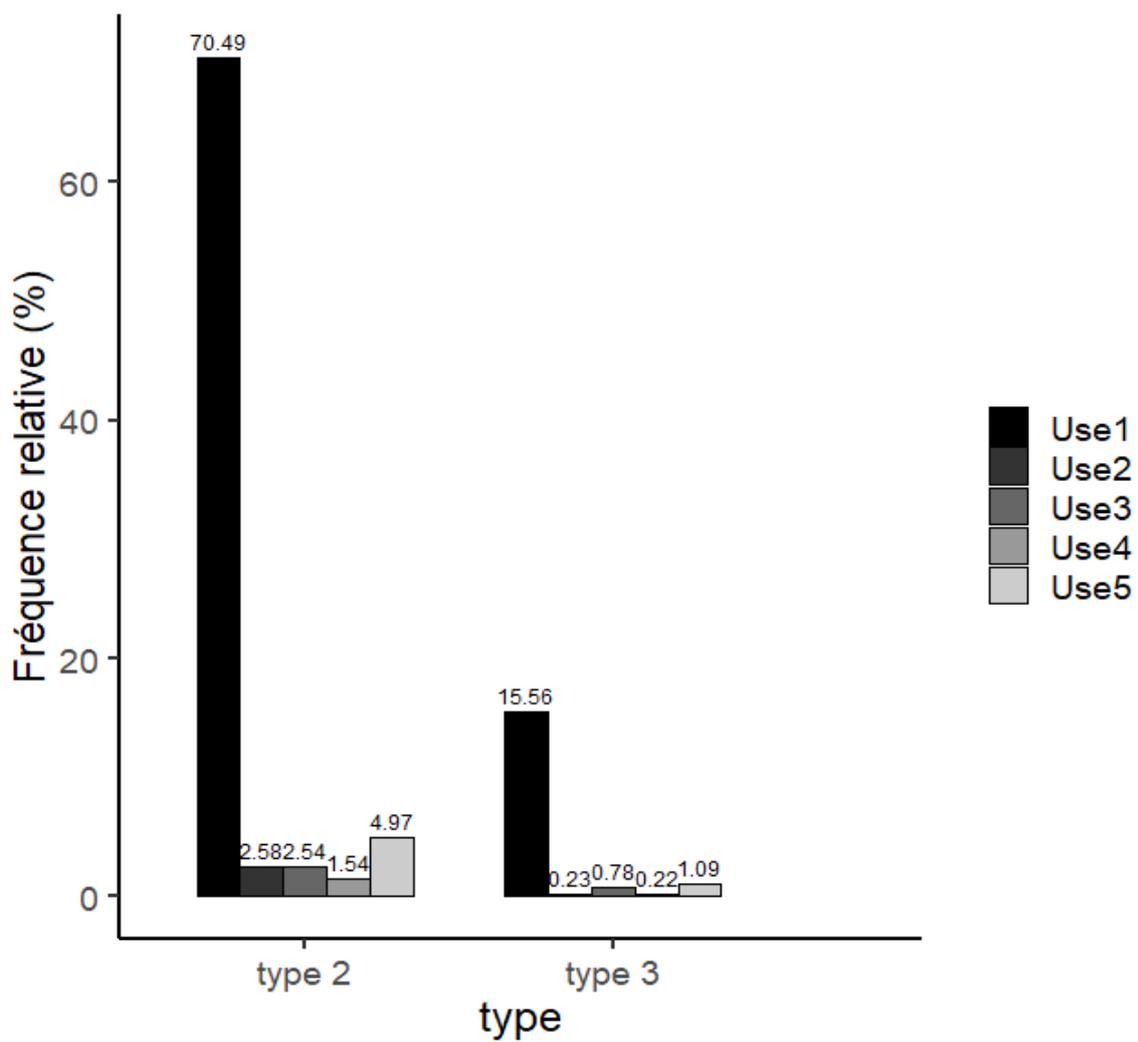


Figure 11: Composition de la haie vive en fonction du type de verger

III.2 Discussion

Cette étude a été menée dans le but de décrire les types de vergers dans la zone centre du Sénégal. Il a été réalisé dans un premier temps en identifiant les agroécosystèmes de la zone centre. Ensuite l'inventaire des espèces fruitières dans les vergers a été fait et enfin nous avons construit la typologie de ces vergers en fonction de leurs structures et leur entretien annuel. Les résultats peuvent être classés en deux grandes tendances c'est-à-dire les vergers de type 1 et les vergers de type 2. L'observation détaillée des facteurs agronomiques permet de déduire les objectifs des producteurs dans ces deux types de vergers. En effet, leurs objectifs et leur accès aux marchés déterminent leurs choix techniques, de l'établissement du verger à l'entretien annuel.

III.2.1 Typologie des vergers de la zone centre

L'agroécosystème de la zone centre compte environ 26 variétés de manguiers. La zone centre est dominée par les variétés floridiennes telle que la variété Kent notamment dédiée à l'exportation et à une moindre mesure à la consommation locale. En dehors des variétés qu'ils ont en commun, on trouve un très grand nombre de variétés locales destinées exclusivement aux marchés urbains, et à la consommation locale. Certaines de ces variétés, telles que Boussatap, Diourou, Mlomp sont cultivées également dans le Sud du Sénégal où les premiers semis ou plants sont originaires la plupart.

Les productions de mangues au début étaient surtout destinées à l'autoconsommation et pour lutter contre des problèmes d'insécurité alimentaire. Parallèlement, elles étaient parfois destinées aux marchés locaux, aux marchés interurbains, aux hôtels et quelques fois aux commerçantes bana-banas. Il ne se posait pas alors des problèmes de choix de variétés par le canal d'écoulement de la production. Ce n'est que récemment, avec l'implantation de l'usine de conditionnement et d'exportation de la mangue, que l'on a constaté la reconversion des manguiers de variétés locales en Kent pour répondre à la demande d'un marché de plus en plus exigeant. Ce choix s'explique par le fait que la Kent est une variété semi tardive et propice à l'exportation du fait de sa coloration marquée. Les fruits atteignent la maturité avant la période de prolifération des mouches. Ainsi pour diversifier leurs sources de revenus et d'accroître la productivité, les producteurs taillent les vieux pieds pour les reconvertir par greffage. Ce qui explique la dominance de la variété floridienne Kent. En effet, après 1970, les critères de cette sélection initiale portaient essentiellement sur l'aptitude à l'exportation vers l'Europe, à savoir la coloration, le caractère précoce ou tardif et la conservation, critères

décisifs auxquels répondent souvent les variétés floridiennes (Rey *et al.*, 2004) . En outre, les variétés tardives hébergent les mouches présentes en fin de campagne (Vayssières *et al.*, 2004b). La zone des Niayes occupe une place très importante dans la production agricole du Sénégal (Marone, 2015). Elle représente la principale zone de cultures horticoles du Sénégal et offre de bonnes conditions pour l'arboriculture (Ndiaye *et al.*, 2012). L'agroécosystème des Niayes a 4 types de vergers. Une comparaison permet de remarquer que seul le type "vergers de manguiers diversifiés sans entretien" est commun aux deux agroécosystèmes (Grechi *et al.*, 2013).

III.2.2 Caractéristiques des vergers

Les plantations dans cette zone ont des superficies variant de 0.31 à 10.20ha. La superficie moyenne emblavée est de 2.48ha. À part certains manguiers trouvés isolés ou mélangés à d'autres espèces fruitières, l'essentiel des vergers de manguiers exploités en Afrique de l'Ouest a moins de 10 ha (Vannière *et al.*, 2004). Au Sénégal, les producteurs disposent de petites et moyennes exploitations de superficie variant pour la majorité entre 1 à 10 ha (Blondeau, 2007). La distance moyenne entre les arbres est de 8.38m alors que celle inter rang est de 8,27m. Ces distances sont conformes à ceux de (Vannière *et al.*, 2004)), qui affirment que ces distances sont de 10m x 10m (100plants/ha). En station de recherche, les distances recommandées sont comprises entre 8m x 8m et 12m x12m.

Le diamètre du plus gros tronc est 390cm. Le diamètre moyen des manguiers dans la zone est de 81,21cm. Selon Alexandre (2002) le fût du manguiers est érigé et peut présenter un diamètre avoisinant 1m. En outre le diamètre moyen du houppier est de 2.355 m alors que selon De Laroussilhe (1980) il peut être de 10 m en moyenne. Cela donne une idée de l'âge des plantations qui sont jeunes pour la plupart.

Les manguiers sont traités avec le K-Optimal qui est appliqué directement sur le tronc, le Malatrap et le Succes Appat. Ces deux derniers sont mis dans des bouteilles en plastique trouées et attachées au niveau des branches pour attirer les mouches des fruits.

Les arbres sont taillés dans 77% des vergers. Ces tailles peuvent être des tailles de formation qui influent beaucoup sur la hauteur des arbres, mais elles permettent aussi de pratiquer le greffage d'autres variétés. En effet très souvent, les pieds de manguiers de variétés locales sont utilisés comme porte greffe le Séwé notamment, qui est une variété rustique, alors qu'à la Réunion, le porte-greffe Maison-Rouge est le plus prisé pour son excellent ancrage et sa bonne résistance au vent grâce à son enracinement pivotant (Magne, 2004). Au Cameroun les

sujets à greffer sont obtenus par repiquage de plantules fournies par les arbres disséminés dans les villages de la région (Subra, 1954). La taille après la récolte est nécessaire pour l'élimination des branches mortes et la limitation de la hauteur de l'arbre à 5 m maximum) (Herzog & Le Bellec, 2008).

La taille de formation permet la pénétration de la lumière, qui agirait sur la coloration de la mangue. En outre elle permet de diminuer les populations des mouches au niveau des manguiers. En plus de la limitation de la hauteur, les arbres sont taillés pour faciliter la récolte mais aussi pour rajeunir l'arbre. En Afrique centrale, les tailles de formations sont plus répandues dans les vergers comparées aux tailles de rajeunissement (Sougnabé *et al.*, 2010).

L'irrigation est effectuée par 60% des producteurs et ne concerne que les jeunes plants de manguiers, les agrumes et les cultures maraichères. Les puits constituent la principale source d'eau pour l'arrosage. Pour les grands arbres, leurs puissants systèmes racinaires leur permettent de s'alimenter directement dans les nappes peu profondes. Dans ces cas, le verger n'est pas irrigué (Vannière *et al.*, 2013).

La fertilisation est effectuée dans 80% des vergers. Les quantités apportées varient selon les producteurs. Le fumier apporté provient du bétail ne se trouvant pas dans le verger alors que dans le sud, les plantations bénéficient du fumier des bovins, attachés dans les vergers au niveau des pieds de manguiers durant presque toute l'année (Diatta, 2017). En effet, seul 35% d'entre eux apportent suffisamment d'azote à l'arbre (quantité d'azote apporté = 0,5kg/arbre/an) sous forme d'engrais chimique, de fumier ou de compost. Les fumures organiques libèrent de l'azote sous forme assimilable pour la plante et leur action est lente et progressive (Nyembo *et al.*, 2014). Les engrais chimiques sont principalement utilisés pour le maraichage.

L'entretien de type mécanique est le plus commun dans cette zone. Les pratiques les plus réalisées sont le labour, le désherbage et le ramassage des feuilles. La fréquence d'entretien dépend aussi du producteur, elle peut être faite une à trois fois par an. Au Tchad, la culture des manguiers est caractérisée par l'utilisation d'outils et de matériel rudimentaires (Passannet *et al.*, 2017).

III.2.2 Les haies vives dans la zone-centre

Les espèces présentes dans les haies répondent à un ou différents usages. Classiquement, on peut considérer que les premières espèces plantées servaient à border le terrain ; c'était des espèces faciles à multiplier et peu coûteuses. Ensuite, étaient installées des espèces servant à mettre en défens la parcelle cultivée c'est-à-dire la protéger contre le bétail. Enfin, le propriétaire de la haie laissait se développer des espèces pour différents usages : remplissage de la haie, de bois de feu ou d'œuvre, une utilisation médicinale et condimentaires et des espèces fruitières. Il y a donc des espèces plantées comme les *Euphorbia* spp. Selon Yossi *et al.* (2006), les haies vives en milieux sahéliens sont importantes pour améliorer la diversité ligneuse du fait de l'augmentation du taux de régénération naturelle et les motivations du paysan à planter des espèces exotiques.

Dans notre zone d'étude, les espèces de bornage et de protection défensives sont quelque fois associées à des espèces fruitières, médicinales, des espèces de bois d'œuvres ou de bois de feu. Nos résultats montrent que les vergers de types 1 sont entourés de haies comportant une plus grande diversité d'espèces. Par contre les vergers de types 2 sont caractérisés par des haies avec des espèces de bornages et dans une moindre mesure des espèces défensives. Ces haies vives clôturant complètement les plantations et les espèces qui les composent sont semblables à celles observées dans les Niayes par Grechi *et al.* (2013) et dans le sud du bassin arachidier par Sanogo *et al.* (1999). Par contre elles sont différentes de celles observées au niveau des vergers de la région de Korhogo en Côte d'Ivoire par Vannière *et al.*, 2004. De même Diatta (2017) affirme que dans le Sud, les haies mortes (en piquets de bois) sont les plus utilisées avec 65% des clôtures suivies des dispositifs de piquets en bois associés à *Euphorbia lathyris*.

Les espèces fruitières situées dans les haies susceptibles d'accueillir des mouches des fruits *Bactrocera dorsalis* et *Ceratitis cosyra* sont celles du groupe 5 (espèces fruitières) : *Adansonia digitata*, *Anacardium occidentale*, *Grewia bicolor*, *Mangifera indica*, *Moringa oleifera*, et *Ziziphus mauritania* auxquelles s'ajoute *Ficus* sp., qui donne un fruit sucré très apprécié par les enfants. Ces espèces regroupent une partie des espèces recommandées par Louppe & Yossi, (2001) pour la constitution des haies vives mais sur des zones climatiques plus larges. La diversité des espèces correspond à ce que d'autres auteurs ont rapporté : 41 espèces au Sénégal, 27 espèces au Mali (Yossi *et al.*, 2006). Ainsi dans les Niayes, Ndiaye, (2009) a observé *Capparis tomentosa*, *Cordyla pinata*, *Eugenia uniflora* comme hôtes de mouches des fruits. Vayssières *et al.*, (2010) ont montré que au Bénin, les deux taux

d'infestation les plus importants concernent la prune africaine (*Sclerocarya birrea*) et l'annone sauvage (*Annona senegalensis*) qui diffèrent significativement des taux d'infestation enregistrés pour les fruitiers cultivés (manguier et goyavier) qui ont des taux déjà importants. Aussi, sur 63 espèces de plantes de 39 familles échantillonnées à l'Ouest du Burkina Faso, Ouedraogo *et al.*, (2009) ont identifié huit espèces appartenant à 8 familles différentes comme hôtes des mouches des fruits. La conservation de ces espèces (cultivées et spontanées) favoriserait l'implantation des mouches des fruits dans les vergers (Ndiaye *et al.*, (2015), Liquido *et al.*, 1991)). En effet, elle constitue pour les mouches un point de survie à leur population entre les fructifications des cultures fruitières majeures. Les espèces des vergers sénégalais sont exclusivement pérennes. Cette dernière particularité interdit une rotation des espèces, pour limiter l'impact des bio-agresseurs basé, par exemple, par le retrait de plantes-hôtes (Simon *et al.*, 2009).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette présente étude avait pour objectif d'illustrer les caractéristiques des vergers d'une partie de la zone centre du Sénégal et de ressortir la typologie de ces derniers. Compte tenu des différentes variables utilisées, les plantations sont classées en deux groupes dont l'un est semblable à celles observées dans les Niayes. Ils diffèrent de par leurs compositions floristiques, leur conception et l'entretien dont ils bénéficient. Dans cette zone, il faut noter qu'il y'a une grande diversité d'espèces dans les agroécosystèmes, mais la mangue domine largement. Les variétés floridiennes sont plus fréquentes, mais il y'a aussi la présence non négligeable de variétés locales. Cependant leur identification est difficile dans la mesure où leur caractérisation reste incomplète à plusieurs niveaux (noms communs à chaque variété, période de floraison, de nouaison, de fructification, de maturation, phénologie des fleurs et des fruits, couleurs caractéristiques des fruits à différentes périodes phénologiques...).

L'étude de la diversité des espèces des haies vives a aussi montré une grande différence entre les haies des vergers de types 1 et celles des vergers de types 2. La présence de certaines espèces dans la haie vive aurait un impact sur les populations des mouches des fruits.

En définitive, il apparaît que les niveaux d'entretien des vergers varient entre les systèmes d'utilisation des terres, qui dépendent non seulement du contrôle des ravageurs mais aussi de la structure et de la composition des vergers et de leurs haies vives. Une meilleure connaissance de ces systèmes facilitera la poursuite des études visant à concevoir de nouveaux systèmes répondant mieux aux attentes des parties prenantes. La gestion des ravageurs nécessite de définir un système de lutte intégré basé sur une étude des mouches des fruits, des parasitoïdes et de leur hôtes. Néanmoins, l'étude de la structure physique et du fonctionnement des agroécosystèmes n'est pas suffisante. Les interactions internes constituent aussi des éléments importants à étudier (plantes hôtes, bio agresseurs, auxiliaires) une étude de leur dynamique spatio-temporelle serait nécessaire pour approfondir la connaissance sur le fonctionnement de l'agroécosystème de la zone centre.

Comme recommandation, la maîtrise des pratiques de gestion par les agriculteurs devrait être contrôlée et améliorée par la mise en place d'une formation technique. De plus, le manque de données sur le rendement constitue une contrainte à la caractérisation de la performance agronomique des systèmes de culture à base de mangue. De plus une étude sur l'impact de la diversité spécifique sur la population de mouche des fruits serait intéressante.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adebayo R.A., Akinbola S.T. (2014) – Distribution pattern and host preference of African invader fly, *Bactrocera invadens* (Drew, Tsuruta and White)[Diptera: Tephritidae] in Akure and its environs. *Molecular Entomology*, **5**, No.7 1-6
- Alexandre D.Y. (2002) – Initiation à l'agroforesterie en zone sahélienne: les arbres des champs du Plateau Central au Burkina Faso. Karthala Editions. 234p, 162-190
- AWUOR O.E. (2010) – Entomopathogenicity of hyphomycete fungi to fruit fly *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae) and their potential for biological control on mango. The School Of Pure And Applied Sciences Of Kenyatta. 116p
- Le Bellec F., Le Bellec V. (2007) – Le verger tropical: cultiver les arbres fruitiers. Chevagny-sur-Guye : Ed. Orphie, 263 p
- Blondeau A. (2007) – Etude d'impact des normes privées et réglementations européennes sur les filières horticoles sénégalaises: cas de la mangue et du haricot vert. Montpellier SupAgro. 105p
- Bouzillé J.-B. (2007) – Gestion des habitats naturels et biodiversité. Lavoisier. 330p
- Candolle A.L.P.P. de (1883) – Origine des plantes cultivées. Bibliothèque scientifique internationale. Paris. 377p
- Corbin (1951). Mango selection, propagation and culture (Florida), *agr.exp.stat.*, 243-246
- Diatta P., Rey J.-Y., Vayssieres J.-F., Diarra K., Coly E.V., Lechaudel M., Grechi I., Ndiaye S., Ndiaye O. (2013) – Fruit phenology of citrus, mangoes and papayas influences egg-laying preferences of *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae). *Fruits*, **68**, 507–516.
- Diedhiou P.M., Mbaye N., Drame A., Samb P.I. (2007) – Alteration of post harvest diseases of mango *Mangifera indica* through production practices and climatic factors. *African Journal of Biotechnology*, **6**, (9), pp. 1087-1094
- Grechi I. (2013) – Evaluation de la faisabilité et des conditions d'adaptation au manguier du modèle de culture "QualiTree" développé sur pêcher. , 14p.
- Grechi I., Sane C.A.B., Diame L., De Bon H., Benneveau A., Michels T., Huguenin V., Malezieux E., Diarra K., Rey J.-Y. (2013) – Mango-based orchards in Senegal: diversity of design and management patterns. *Fruits*, **68**, 447–466.
- Herzog D., Le Bellec F. (2008) – Caribfruits-Mangue/Les cultures/Conduite de son verger/Production Fruitière Intégrée. *Antill. Agric*, **8**.

- Jacquemin H. (1971) – Recherches sur les anthocyanes foliaires de trois arbres tropicaux (Mangifera indica L., Theobroma cacao L., Lophira alata Banks. ex Gaertn. f.). Plantes médicinales et phytothérapie.). O.R.S.T.O.M., Paris, 118 p.
- Khan M.-U.-D. (1960) – Root system of mango (Mangifera indica). Punjab Fruit Journal, **23**, 113–16.
- Konta I.S., Djiba S., Sane S., Diassi L., Ndiaye A.B., Noba K. (2015) – Etude de la dynamique de Bactrocera dorsalis (Hendel)(Diptera: Tephritidae) dans les vergers de mangues en Basse Casamance: influence des facteurs climatiques. International Journal of Biological and Chemical Sciences, **9**, 2698–2715.
- De Laroussilhe F. (1980) – Le Manguier: Techniques Agricoles et Productions Tropicales. Maisonneuve and Larose (Edition), Paris, France. 312p
- Liquido N.J., Cunningham R.T., Shinoda L.A. (1991) – Host plants of the Mediterranean fruit fly, Diptera: Tephritidae, an annotated world review. Entomology Society of America. 52p.
- Litz R.E. (2009) – The mango: botany, production and uses. CABI Publishing (2009), ISBN 978-1-84593-489-7. 679p.
- Louppe D., Yossi H. (2001) – Les haies vives défensives en zones sèche et subhumide d’Afrique de l’Ouest in: La jachère en Afrique tropicxale: Rôles, aménagement, alternatives. De la Jachère naturelle à la jachère améliorée. John Libbey Eurotext, 293-309. ISBN 2-7420-0302-9. Paris
- Lux S.A. (1999) – African fruit fly initiative: Pan-African initiative to promote productivity and trade of fruits and vegetables through management of African fruit flies. ICIPE, Nairobi, **28**.
- Magne C. (2004) – Effet de la charge en fruits sur la croissance végétative de plusieurs variétés de manguier à l’île de la Réunion. Mémoire DESS Clermont-Ferrand : Université Blaise Pascal, 41 p.
- Marone D. (2015) – Étude du potentiel de stock de carbone d’espèces agroforestières et de leurs traits fonctionnels en lien avec les systèmes d’utilisation des terres au Sénégal. Thèse de doctorat en sciences forestières, Université Laval, Québec, Canada. 188p.
- Ndiaye O. (2009) – Plantes hôtes et foyers de réinfestation des mouches des fruits: facteurs phénologiques, morpho physiologiques déterminants sur les infestations de la mangue. Mémoire DEA: Agronomie et protection des cultures : Université de Thiès. 87p

- Ndiaye O., Diallo A., Matty F., Thiaw A., Fall R.D., Guissé A. (2012) – Caractérisation des sols de la zone des Niayes de Pikine et de Saint Louis (Sénégal). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **6**, 519–528.
- Ndiaye O., Ndiaye S., Djiba S., Ba C.T., Vaughan L., Rey J.-Y., Vayssières J.-F. (2015) – Preliminary surveys after release of the fruit fly parasitoid *Fopius arisanus* Sonan (Hymenoptera Braconidae) in mango production systems in Casamance (Senegal). *Fruits*, **70**, 91–99.
- Nyembo K.L., Useni S.Y., Chinawej M.M.D., Kyabuntu I.D., Kaboza Y., Mpundu M.M., Baboy L.L. (2014) – Amélioration des propriétés physiques et chimiques du sol sous l’apport combiné des biodéchets et des engrais minéraux et influence sur le comportement du maïs (*Zea mays* L. variété Unilu). *Journal of Applied Biosciences*, **74**, 6121–6130.
- Ouedraogo S.N. (2002) – Etude diagnostique des problèmes phytosanitaires du manguier (*Mangifera indica* L.), de l’oranger (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) et du mandarinier (*Citrus reticulata* Blanco) dans la province du Kéné Dougou. Mémoire d’Ingénieur de Développement Rural, Opt. Agronomie, Univ. Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 95p
- Ouedraogo S.N., Vayssières J.-F., Dabire R.A., Rouland-Lefevre C. (2009) – Fruitiers locaux hôtes des mouches des fruits (Diptera: Tephritidae) de la mangue dans l’ouest de Burkina Faso: identification et taux d’infestation. *Fruit, Vegetables and Cereal Science and Biotechnology*, Vol 4, N°1, 36-41.
- Passannet A.S., Aghofack-Nguemezi J., Gatsing D. (2017) – Diversité de variétés, de production et de conservation de mangues au Tchad. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **11**, 1145–1164.
- Rey J.-Y. (1974) – Etude du dépérissement du manguier au Mali. Zone de Katibougou. *Fruits*, **29**, 613–617.
- Rey J.-Y., Diallo T.M., Vannière H., Didier C., Kéita S., Sangaré M. (2004) – La mangue en Afrique de l’Ouest francophone: variétés et composition variétale des vergers. *Fruits*, **59**, 191–208.
- Saiah C. (2012) – Quel impact des activités du CIRAD sur la filière mangue en Afrique de l’Ouest? Mémoire: Institut d’études politiques de Toulouse. 192p
- Saint-Criq L. (2018) – Modélisation du système manguier-cécidomyie des fleurs pour une évaluation de modes de gestion du ravageur et de ses dégâts. Mémoire de master 2:

- Mathématiques appliquées pour l'ingénierie, l'industrie et l'innovation: Université Toulouse 3 - Paul Sabatier. 68p
- Sanogo D., Dia Y.K., Ayuk E., Pontanier R. (1999) – Adoption de la haie vive dans le bassin arachidier du Sénégal. Séminaire international sur la jachère en Afrique Tropicale, rôles, aménagements, alternatives, Dakar (Sénégal), 13-16 avril 1999.
- Sébire A. (1899) – Les plantes utiles du Sénégal: plantes indigènes--plantes exotiques. Librairie J.-B. Baillière.
- Silvie, P. (2014) – Hiérarchisation des mouches Tephritidae les plus menaçantes pour les DOM. Rapport d'expertise collective, N°2012-SA-0162. 147p
- Simon S., Sauphanor B., Defrance H., Lauri P.-E. (2009) – Manipulations des habitats du verger biologique et de son environnement pour le contrôle des bio-agresseurs. Des éléments pour la modulation des relations arbre-ravageurs-auxiliaires. *Innov. Agron.*, **4**, 125–134.
- Singh R.N. (1954) – Studies in Floral Biology and Subsequent Development of Fruits in the Mango (*Mangifera indica* L) dasheri and langda. *Indian Journal of Horticulture*, **11**, 69–88.
- Sougnabé S.P., Woin N., Lyannaz J.-P., Rey J.-Y., Bourou S., Gandebe M., Gnemakando J. (2010) – Caractérisation des bassins et des systèmes de production fruitière dans les savanes d'Afrique centrale. In: PRASAC.
- Subra P. (1954) – Greffage du manguier au Cameroun. *Fruits*, **9**, 498–501.
- Vaissière A.-C. (2014) – Le recours au principe de compensation écologique dans les politiques publiques en faveur de la biodiversité: enjeux organisationnels et institutionnels: cas des écosystèmes aquatiques marins et continentaux. Université de Bretagne occidentale-Brest. 248p
- 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.
- Vannière H., Rey J.-Y., Vayssières J.-F., Maraite H. (2013) – PIP-Itinéraire technique mangue (*Mangifera indica*). COLEACP, Bruxelles, Belgique. 88p
- Vayssières J.-F., Sanogo F., Noussourou M. (2004a) – Inventaire des espèces de mouches des fruits (Diptera: Tephritidae) inféodées au manguier au Mali et essais de lutte raisonnée. *Fruits*, **59**, 3–16.

- Vayssières J.-F., Sanogo F., Noussourou M. (2004b) – Inventaire des espèces de mouches des fruits (Diptera: Tephritidae) inféodées au manguier au Mali et essais de lutte raisonnée. *Fruits*, **59**, 3–16.
- Vayssières J.-F., Sinzogan A., Adandonon A., Ayegnon D., Ouagoussounon I., Modjibou S. (2010) – Principaux fruitiers locaux des zones guinéo-soudaniennes du Bénin: inventaire, période de production et dégâts dus aux mouches des fruits, *Fruit Veg. Cereal Sci. Biotechnol., Global Sci. Book Ltd., Spec*, 42–46.
- Vincenot D., Normand F. (2009) – Guide de production intégrée de mangues à La Réunion. CIRAD, Montpellier. 121p
- Yossi H., Kaya B., Traoré C.O., Niang A., Butare I., Levasseur V., Sanogo D. (2006) – Les haies vives au Sahel: état des connaissances et recommandations pour la recherche et le développement. World Agroforestry Centre. 60p

ANNEXES

Les mesures des paramètres d'un verger d'étude

Verger	Parc elle	arb re	Espèce	Variété	var iete DG	dis tI R	distS LR	densL ocale	Haut eur	diamF rond	vigueur	litière	état
81	A	1	Anacard ier			5	4	500	4	3,5	4	1	1
81	A	2	Anacard ier			5	6	333	3	5	4	3	1
81	A	3	Mangui er	Keitt		5	6	333	7	4,5	3	1	1
81	A	4	Anacard ier			5	5	400	3	4	4	3	1
81	A	5	Mangui er	Kent		7	6	238	7	3	4	1	1
81	A	6	Anacard ier			4	6,5	385	4	3	4	1	1
81	A	7	Anacard ier			5	3	667	4	3	4	1	1
81	A	8	Anacard ier			6	4	417	4	3	4	1	1
81	A	9	Anacard ier			7	4	357	5	3	4	1	1
81	A	10	Anacard ier			6	5	333	3	2	2	1	1
81	A	11	Anacard ier			2	9	556	5	3	4	1	1
81	A	12	Anacard ier			7	5	286	5	3	4	1	1

Enquête sur les Pratiques des Arboriculteurs

TRAITEMENT

1- Est-ce que vous traitez ?

Oui Non

2- Si oui, quelle culture traitez-vous ?

Manguier Agrume Maraîchage Autres

Si maraîchage, quelles cultures :

Si autres cultures, lesquelles ?

3- Quelle partie de la plante traitez-vous ?

Manguier : Sol Tronc Feuillage : à quelle hauteur :

Agrume : Sol Tronc Feuillage : à quelle hauteur :

Maraîchage : si oui, quel pourcentage de couverture du sol du verger par le maraîchage :

.....

4- Quel produit utilisez-vous ?

Manguier :

Produit 1¹ : Nom : Matière active :

Ravageur (s) ciblé (s) :

Nombre d'applications par an :

Fréquence : 1 fois / semaine ; 1 fois / deux semaines ; 1 fois / mois

Période : quel mois : Stade : floraison – 1ers fruits – récolte – végétation – flush

Dose/ traitement : Quantité de bouillie appliquée par arbre ou par superficie :

¹ Un produit de traitement comprend : le nom commercial, la matière active (à voir sur l'étiquette de l'emballage), une dose d'utilisation (quantité de produit commercial à utiliser par surface ou par arbre), une quantité de bouillie par arbre ou par ha (la bouillie est composée du mélange du produit commercial avec de l'eau). La quantité de bouillie de référence est de 1000 l/ha pour un pulvérisateur à eau et 400 l/ha pour un atomiseur à moteur. 1 pulvérisateur à dos contient en général 20 litres de bouillie. Certains produits commerciaux sont utilisés directement comme le Furan en granulé sans dilution dans l'eau.

Produit 2 : Nom : Matière active :

Ravageur (s) ciblé (s) :

Nombre d'applications par an :

Fréquence : 1 fois / semaine ; 1 fois / deux semaines ; 1 fois / mois

Période : quel (s) mois : Stade (s) : floraison – 1ers fruits – récolte – végétation – flush

Dose/application : Quantité de bouillie appliquée par arbre ou par
superficie :

Produit 3 : Nom : Matière active :

Ravageur (s) ciblé (s) :

Nombre d'applications par an :

Fréquence : 1 fois / semaine ; 1 fois / deux semaines ; 1 fois / mois

Période : quel (s) mois : Stade (s) : floraison – 1ers fruits – récolte – végétation – flush

Dose/application : Quantité de bouillie appliquée par arbre ou par
superficie :

Agrumes

Produit 1 : Nom : Matière active :

Ravageur (s) ciblé (s) :

Nombre d'applications par an :

Fréquence : 1 fois / semaine ; 1 fois / deux semaines ; 1 fois / mois

Période : quel (s) mois : Stade (s) : floraison – 1ers fruits – récolte – végétation – flush

Dose/application : Quantité de bouillie appliquée par arbre ou par
superficie :

Produit 2 : Nom : Matière active :

Ravageur (s) ciblé (s) :

Nombre d'applications par an :

Fréquence : 1 fois / semaine ; 1 fois / deux semaines ; 1 fois / mois

Période : quel (s) mois :..... Stade (s) : floraison – 1ers fruits – récolte – végétation – flush

Dose/ application :..... Quantité de bouillie appliquée par arbre ou par
superficie :

Produit 3 : Nom : Matière active :

Ravageur (s) ciblé (s) :

Nombre d'applications par an :

Fréquence : 1 fois / semaine ; 1 fois / deux semaines ; 1 fois / mois

Période : quel (s) mois :..... Stade (s) : floraison – 1ers fruits – récolte – végétation – flush

Dose/ application :..... Quantité de bouillie appliquée par arbre ou par
superficie :

Cultures maraîchères :

Produit 1 : Nom : Matière active :

Culture (s)/Ravageur (s) ciblé (s):

Nombre d'applications par culture :

Fréquence : 1 fois / semaine ; 1 fois / deux semaines ; 1 fois / mois

Période : quel (s) mois :..... Stade (s) : floraison – 1ers fruits – récolte – végétation – flush

Dose/application:..... Quantité de bouillie appliquée par arbre ou par
application :

Produit 2 : Nom : Matière active :

Culture (s)/Ravageur (s) ciblé (s) :

Nombre d'applications par culture :

Fréquence : 1 fois / semaine ; 1 fois / deux semaines ; 1 fois / mois

Période : quel (s) mois :..... Stade (s) : floraison – 1ers fruits – récolte – végétation – flush

Dose/application : Quantité de bouillie appliquée par arbre ou par
superficie :

Produit 3 : Nom : Matière active :

Culture (s)/Ravageur (s) ciblé (s) :

Nombre d'applications par culture:

Fréquence : 1 fois / semaine ; 1 fois / deux semaines ; 1 fois / mois

Période : quel (s) mois : Stade (s) : floraison – 1ers fruits – récolte – végétation – flush

Dose/application : Quantité de bouillie appliquée par arbre ou par
traitement :

Autre(s) culture(s) – si traitement pesticides : espèce : (Faire une fiche par espèce
cultivée)

Produit 1 : Nom : Matière active :

Culture (s)/Ravageur (s) ciblé (s):

Nombre d'applications par culture :

Fréquence : 1 fois / semaine ; 1 fois / deux semaines ; 1 fois / mois

Période : quel (s) mois : Stade (s) : floraison – 1ers fruits – récolte – végétation – flush

Dose/application : Quantité de bouillie appliquée par arbre ou par
traitement :

TAILLE DES ARBRES

- 5- Est-ce que les arbres sont taillés ? Oui Non
- 6- Fréquence : nombre de fois par an : 1 2 3 moins d'une fois par an
- 7- Quand la taille est-elle pratiquée ?
Mois :
Stade de développement :
- 8- Objectif (s) de la taille :
- limiter la hauteur de l'arbre :
 - Limiter l'encombrement de l'arbre (éviter qu'il ne touche les autres arbres) :
 - Favoriser la lumière dans l'arbre (éclaircissage)

- Couper les branches mortes et épiphytes :

IRRIGATION

9- Est- ce que le verger est irrigué ? oui non

10- Provenance de l'eau d'irrigation :

11- Comment est-il irrigué ? au tuyau à la raie par aspersion
Au goutte-à-goutte autre :

12- Quantité d'eau apportée à chaque irrigation ?

Ou durée si tuyau d'arrosage : Et/ou taille de la cuvette :

13- Quelle est la fréquence d'irrigation ? tous les jours 2 à 3 fois par semaine

1 fois par semaine tous les 10 jours tous les 15 jours autre :

14- A quelle période est faite l'irrigation ?

Toute l'année avant floraison début floraison

Début fructification maturation récolte

15- pendant combien de temps est faite l'irrigation ?

FERTILISATION

16- Est- ce le verger est fertilisé ? oui non

17- Quel est la nature du fertilisant ? Fumier 10 10 20 Urée

Autre :

18- Provenance du fertilisant :

- Troupeau de
- Poulailier :
- Magasins de vente de produits agricoles :
- Autres :

19- Quelle quantité utilisez-vous pour fertiliser ?

- **Fumier** : Nombre de seau /Pied : Nombre de Brouettes/Pied :
 Nombre de sacs/Pieds :
 Poids d'un seau : Poids d'une brouette : Poids d'un sac :
- **Urée** : Nombre de kg /Pieds :
- **10 10 20** : Nombre de kg /Pieds :
- **Autre** : Nom : Nombre de kg /Pieds :

20- Quelle est la fréquence de fertilisation ? tous les mois 1 fois par an
 2 fois par an 3 fois par an 1 fois tous les 2 ans autre

21- A quelle période est faite la fertilisation ?

Toute l'année avant floraison début floraison

Début fructification maturation après récolte autre

.....

ENTRETIEN DU VERGER

22- Le verger est-il entretenu ? Oui Non

23- Si oui, quelle est le type d'entretien ? Mécanique Sanitaire

Mécanique : Labour désherbage ramassage des feuilles Autres :

Fréquence : tous les mois tous les 2 mois tous les trimestres 1 fois par an

2 fois par an 3 fois par an autre

Sanitaire : Les fruits tombés sont-ils ramassés ? Oui Non

Si oui, à quelle (s) période (s) a (ont) lieu le (s) ramassage (s) des fruits ? Premiers
avortements avant la récolte pendant la récolte après la récolte avant
et pen t la récolte pendant et après la récolte avant, pendant et après la récolte
Autre

Fréquence : une fois par semaine deux fois par semaine une fois par quinzaine
une fois par mois une fois par campagne autre

Que deviennent les fruits ramassés : mis dans un coin du verger enfuis dans un trou
mis dans des sacs à plastique donnés au bétail autre

Relevé des espèces de la haie

Zone	Verger	orientation	Relevé	abondance	sociabilité	Effectif
FIMELA	81	est	Euphorbia_balsamifera	5	5	125
FIMELA	81	est	Borassus_aethiopum	r	2	4
FIMELA	81	est	Azadirachta_indica	r	1	1
FIMELA	81	nord	Euphorbia_balsamifera	5	5	147
FIMELA	81	nord	Azadirachta_indica	r	2	4
FIMELA	81	nord	Combretum_aculeatum	r	1	1
FIMELA	81	ouest	Euphorbia_balsamifera	5	5	130
FIMELA	81	ouest	Azadirachta_indica	r	2	2
FIMELA	81	sud	Mur			
SAMBA_DIA	82	nord	Euphorbia_balsamifera	5	5	518
SAMBA_DIA	82	nord	Borassus_aethiopum	+	2	5
SAMBA_DIA	82	ouest	Bougainvillea_glabra	+	2	8
SAMBA_DIA	82	ouest	Borassus_aethiopum	r	2	2
SAMBA_DIA	82	ouest	Combretum_aculeatum	r	1	1
SAMBA_DIA	82	est	Moringa_oleifera	2	2	21
SAMBA_DIA	82	est	Borassus_aethiopum	+	2	7
SAMBA_DIA	82	est	Azadirachta_indica	r	1	1
SAMBA_DIA	82	est	Prosopis_chilensis	r	1	1
SAMBA_DIA	82	est	Bauhinia_reticulata	r	1	1
SAMBA_DIA	82	est	Faidherbia_albida	r	1	1
SAMBA_DIA	82	est	Acacia_nilotica	r	1	1
SAMBA_DIA	82	est	Euphorbia_balsamifera	5	5	309
SAMBA_DIA	82	sud	Euphorbia_balsamifera	5	5	404
SAMBA_DIA	82	sud	Borassus_aethiopum	2	2	21
SAMBA_DIA	82	sud	Faidherbia_albida	r	2	2
SAMBA_DIA	83	ouest	Azadirachta_indica	r	1	1
SAMBA_DIA	83	ouest	Thevetia_nerifolia	r	2	4
SAMBA_DIA	83	ouest	Faidherbia_albida	r	1	1
SAMBA_DIA	83	ouest	Gardenia_ternifolia	r	2	2
SAMBA_DIA	83	ouest	Euphorbia_balsamifera	R	2	2
SAMBA_DIA	83	ouest	Casuarina_equisetifolia	+	2	5