

TABLE DES MATIERES

Remerciements.....	i
Liste de carte.....	ii
Liste des figures.....	ii
Liste des photos.....	iii
Liste des tableaux.....	iii
Abréviations.....	iv
Glossaire.....	v
INTRODUCTION.....	1
PREMIÈRE PARTIE : PRÉSENTATION DU MILIEU D'ÉTUDE	4
I- Localisation de la zone d'étude	5
II- Milieu abiotique	5
1. Climat	5
2. Topographie- géologie	7
3. Hydrographie.....	7
III. Milieu biotique	7
1. Végétation	7
2. L'Homme et ses activités	8
2.1. Population.....	8
2.2. Activités.....	8
DEUXIÈME PARTIE : MATÉRIELS ET MÉTHODOLOGIE	9
I- Matériel végétal.....	10
1. Systématique	10
2. Descriptions botaniques.....	10
3. Les variétés de cacao	15
II- Méthodologie.....	16
1. Enquête sur le mode de culture des cacaoyers	16
2. Inventaire des espèces végétales composant les associations culturales	16
3. Appréciation texturale du sol par la méthode manuelle	17
4. Mesure de la luminosité.....	18
5. Description de la frondaison des cacaoyers.....	19
6. L'évaluation du potentiel de productivité.....	19

7.	Estimation des âges des cacaoyers	19
8	Appréciation de la qualité des produits	19
8.1.	Diagnostic sur terrain des procédés de transformation.....	19
8.2.	Échantillonnage	19
8.3.	Analyse des échantillons	21
9.	Traitement et analyse statistique	21
TROISIÈME PARTIE : RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS		22
I-	Enquête sur la cacaoculture dans la zone du Sambirano	23
1.	Semis	23
2.	Repiquage et plantation des cacaoyers	24
3.	Suivi de plantation.....	24
4.	Régénération.....	24
II-	Arbres d'ombrage	24
1.	Distribution suivant les zones.....	25
2.	Suivant les opérateurs.....	25
III-	Cultures associées.....	26
1.	Selon les zones	26
2.	Selon les opérateurs.....	27
IV-	Hauteur et diamètre des cacaoyers	28
1.	Hauteur	28
1.1.	Suivant les zones	28
1.2.	Suivant les opérateurs.....	29
2.	Diamètres.....	30
2.1.	Suivant les zones	30
2.2.	Suivant les opérateurs.....	31
V-	Texture du sol.....	32
VI-	Age de cacaoyers estimés suivant les zones.....	33
VII-	Etat végétatif de la frondaison.....	34
1.	État végétatif de la frondaison des cacaoyers suivant les zones	34
2.	Relation entre état végétatif des frondaisons et productivité.....	35
VIII-	Luminosité.....	36
IX-	Productivité	37
1.	Productivité dans les zones.....	36
2.	Productivité suivant les opérateurs	38

X-	Procédé post- récolte du cacao dans le Sambirano.....	38
XI-	Acteurs du procédé post récolte du cacao dans le Sambirano	39
XII-	Cacao marchand dans la zone du Sambirano	40
XIII-	Ressources variétales du Sambirano	42
XIV-	Teneur en polyphénol au cours de la fermentation de cacao	43
XV-	Teneur en théobromine et en caféine.....	44
	QUATRIEME PARTIE DISCUSSIONS	47
	CONCLUSION ET PERSPECTIVES	51
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET WEBOGRAPHIES	54
	ANNEXES	

Remerciements

« Car tout vient de Lui, tout existe par Lui et pour Lui. A Dieu sa gloire pour toujours. Amen ! »
Romains 11 :36

Le présent travail est le fruit d'une collaboration entre le département de biologie et écologie végétales de la faculté des sciences, l'université d'Antananarivo, le réseau Qualireg du Cirad et le département de recherche agronomique du FOFIFA. Je tiens à exprimer mes vifs et sincères remerciements :

Au Professeur Bakolimalala RAKOUTH, Enseignant Chercheur au département de biologie et écologie végétales, qui a bien voulu me faire l'honneur de présider le jury de ce mémoire

Au Professeur Isabelle RATSIMALA RAMONTA, Responsable de la formation en troisième cycle en Physiologie végétale pour son précieux encadrement

Au Docteur Juvet Henrinet Herinainasoa RAZANAMEHARIZAKA, Enseignant Chercheur au laboratoire de Physiologie végétale, qui a aimablement répondu en tant qu'examinateur

Au Docteur Jean Jacques Roland RAKOTOMALALA, Chercheur et Chef de programme Café de FOFIFA pour ses conseils et son aide importants sur ce mémoire

Au Docteur Frédéric DESCROIX, Chercheur en Agro-Technologie et Chef de programme Café du CIRAD Réunion, UMR Qualireg qui m'a fait confiance et m'a beaucoup suivi au cours de ce stage

A Monsieur Ivan STAUB et toute l'équipe de la SOMIA pour leur accueil et la permission de faire les inventaires et enquêtes sur les plantations de cacaoyers

A Elisa BOUSQUET qui était une super colocataire et collaboratrice

A tous les étudiants de la promotion Tsitohavana et mes amis proches qui m'ont beaucoup aidée

A ma famille qui a, de près ou de loin, apporté leur prière pour ce mémoire.

Il me serait difficile d'énumérer toutes les personnes qui ont d'une manière ou d'une autre contribué à la réalisation de ce mémoire, tant la liste est longue, mais que toutes soient remerciées, car je sais que, quelque soit leur niveau d'intervention, elles ont œuvré de façon déterminante au bon déroulement de ce travail.

LISTE DE CARTE

Carte 1 : Localisation de la zone de cacaoyers dans le district d'Ambanja	6
--	---

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Nombre d'arbres d'ombrage par ha suivant les zones	25
Figure 2 : Nombre d'arbres d'ombrage en ha suivant les opérateurs	26
Figure 3 : Surface en m ² de cultures associées par ha et pourcentage de placettes avec des cultures associées selon les zones	27
Figure 4 : Surface en m ² de cultures associées /ha et pourcentage de placettes avec des cultures associées selon les opérateurs.....	28
Figure 5 : Diagramme de fréquence des cacaoyers par classe de hauteur suivant les zones	29
Figure 6 : Diagramme de fréquence des cacaoyers par classe de hauteur suivant les opérateurs	30
Figure 7 : Diagramme de fréquence des cacaoyers par classe de diamètre suivant les zones.....	31
Figure 8 : Fréquence des cacaoyers par classe de diamètres selon les opérateurs	32
Figure 9 : Nombre moyen de cherelles et de cabosses par arbre en fonction de la texture du sol	33
Figure 10 : Tranche d'âge des cacaoyers selon les zones.....	34
Figure 11 : Proportion des états végétatifs des cacaoyers selon les zones	35
Figure 12 : Nombre moyen de cherelles et de cabosses par arbre en fonction de l'état de la frondaison	36
Figure 13 : Rendement en cabosses+cherelles par ha selon les zones	37
Figure 14 : Rendement en cabosses+cherelles par ha selon les opérateurs.....	38
Figure 19 : Organisation type de la filière cacao de la zone du Sambirano	40
Figure 20 : Échelle de couleur des amandes de cacao frais différenciant les variétés de cacao.....	42
Figure 21 : Evolution des teneurs en polyphénols au cours de la fermentation de cacao	44
Figure 22 : Rapport entre théobromine et caféine en fonction de la teneur en caféine de Trinitario Trinidad, de Forastero Cote d'Ivoire, de CriolloVenezuela, de Criollo Réunion et de Cacao de Madagascar	45

LISTE DES PHOTOS

Photo1 : Fleurs en grappe d'un cacaoyer.....	12
Photo 2 : Différentes formes de cabosse.....	13
Photo 3 : Cabosses sur le tronc.....	13
Photo 4 : Diversité de cabosses.....	13
Photo 5 : Coupe d'une cabosse fraîche.....	14
Photo 6 : Fèves sèches de cacao	14
Photo 6 : Pépinière de SOMIA	23
Photo 7 : Jeunes plants de cacao.....	23
Photo 8 : Cacaoyers adultes sous <i>Albizia lebbek</i>	24
Photo 9 : Jeunes cacaoyers sous bananiers	24

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Nombre de placettes suivant les opérateurs et les zones	17
Tableau 2 : Appréciation texturale par la méthode manuelle.....	18
Tableau3 : Pourcentage de fèves type Criollo, Trinitario ou Forastero retrouvé dans les vergers du domaine de Sambirano	43

Abréviations

ADAPS : Association pour le développement de l'agriculture et du paysannat du Sambirano

ANOVA : Analyse des variances

CIRAD : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

DBEV: Département de Biologie et Ecologie végétales

DEA: Diplôme d'Etudes Approfondies

DIANA: Diégo- Suarez (Antsiranana), Ambilobe, Nosy Be, Ambanja

DHp: Diamètre à hauteur de poitrine

FOFIFA: Foibe Fikarohana ampiharina ho Fampanandrosoana ny eny Ambanivohitra

FTM : Centre de Cartographie de Madagascar

Ha: hectare

ICCO : International Cocoa Organization

IFCC : Institut Français du Café et du Cacao

LCSNSA: Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles et des Sciences des Aliments

SECAMAD : Société d'Exploitation de Cacao de Madagascar

SOMIA : Société malgache d'industrie et d'agriculture

XLSTAT : Outil d'analyse de données et de statistique pour le Microsoft Excel

Glossaire

Agroforesterie : mode d'exploitation des terres agricoles associant des plantations d'arbres dans des cultures ou des pâturages

Allogamie : fécondation croisée ou interfécondation entre deux individus distincts

Cabosse : fruit de cacaoyers mature

Caféine : alcaloïde d'origine végétale appartenant à la famille des méthylxanthines

Cherelle : cabosse jeune et tendre

Ecabossage : extraction des fèves entourées de mucilage de la cabosse

Eclairement lumineux (lux) : éclairement d'une surface qui reçoit, d'une manière uniformément répartie, un flux lumineux par mètre carré

Filière : suite des activités pour parvenir à un certain résultat (produit fini)

Fronaison : feuillage des arbres

Nouaison : phase initiale de la formation du fruit : moment où l'ovaire de la fleur se transforme en fruit après la fécondation

Polyphénols : métabolites secondaires présentes chez toutes les plantes vasculaires. Elles sont caractérisées par la présence de plusieurs groupements phénoliques associés en structures plus ou moins complexes généralement de haut poids moléculaire

Recépage : taillage du tronc pour avoir un rajeunissement physiologique de cacaoyer

Théobromine : alcaloïde appartenant à la famille des méthylxanthines. Mot dérivé de *Theobroma*

Texture du sol : proportion des fractions de sable, de limon et d'argile, classées par catégorie de grosseurs, présentes dans le sol.

INTRODUCTION

Le cacao est un des produits de consommation les plus appréciés dans le monde et surtout dans les pays développés comme les Etats-Unis, l'Allemagne, la France et le Royaume Uni.

Le cacaoyer est originaire des forêts tropicales de l'Amérique centrale et de l'Amérique du Sud. Au 19^{ème} siècle, il est introduit sur le continent africain. La production de cacao est concentrée en Afrique de l'Ouest. La Cote d'Ivoire et le Ghana représentent actuellement 60 % de la production mondiale (ICCO, 2012).

L'ouverture du marché de cacao aux pays émergents comme l'Inde, la Chine, incite à faire progresser la demande. Les cacaos de qualité supérieure sont très recherchés sur le marché.

A Madagascar, la culture de cacao est concentrée dans la vallée du Sambirano. Le Sambirano constitue un domaine phytogéographique (HUMBERT, 1965). Ce domaine a le type bioclimatique chaud et humide où les conditions écologiques sont propices à la culture de rente, en particulier le cacaoyer (KOECHLIN *et al.*, 1974). Cette culture permet de maintenir une agroforesterie semi-naturelle constituant par conséquent des productions agroalimentaires sous couvert forestier, ce qui réduit la pratique de cultures sur brulis dans cette zone.

Pendant la période de la colonisation, la cacaoculture y a été établie afin d'alimenter en cacao le marché européen. Ainsi la variété criollo fut introduite vers le début du 20^{ème} siècle (RAKOTOMAHARO, 1973). Vers les années 1920, la variété forastero fut introduite à son tour pour remédier au manque de productivité et à la sensibilité du criollo face aux maladies. Cependant, pour conserver la spécificité du cacao malgache, des programmes de sélection et d'amélioration génétique par des croisements et des sélections ont été mis en œuvre dès le début de l'année 1962 par l'IFCC à Ambanja. C'était au sein de cette station de recherche qu'ont été créées les variétés hybrides trinitario

Le cacao malgache est réputé pour ses caractéristiques aromatiques aux notes acidulées et fruitées, il présente un potentiel qualitatif parmi les meilleurs au monde et a obtenu le label « cacao fin » par ICCO. La production malgache est estimée annuellement à 4000-6000 tonnes de cacao marchand (circonscription du développement rural Ambanja, 2007), soit entre 0,1 et 0,2 % de la production mondiale, ce qui est négligeable par rapport à celle des grands pays producteurs.

Cette faible production serait due à plusieurs facteurs notamment le vieillissement des arbres, la non installation d'arbres d'ombrage, le manque d'entretiens, l'indisponibilité des moyens financiers chez les paysans et la diversité des procédés post-récoltes.

C'est pour cela que le réseau Qualireg du Cirad en collaboration avec le FOFIFA a lancé une étude pour faire un état des lieux de cultures de cacaoyers dans le Sambirano dont l'objectif est de proposer des recommandations pour améliorer la productivité et la qualité du cacao à Madagascar. Ce sujet est l'une des recherches préliminaires qui s'intitule : « Etude des dispositifs de cultures de cacaoyers dans le Sambirano par l'évaluation de leur potentiel de productivité et l'appréciation de la qualité des produits ».

Cette étude a été menée pour avoir une situation de la réalité du terrain en 2013 et pour identifier les actions à entreprendre sur les dispositifs de plantations des producteurs afin de déterminer les éléments pour un futur projet de recherches et de développement de cacaoyers dans le Sambirano.

Les objectifs spécifiques sont de caractériser les dispositifs de plantations dans les différentes structures de productions dans le but de déterminer les éléments pour l'amélioration quantitative et qualitative de la production.

Pour cela, dans la première partie, le milieu de l'étude est détaillé, ce qui permet de comprendre le contexte local et le cadre général de l'étude et de prendre connaissance des particularités de la culture cacaoyère malgache. La seconde partie est consacrée à la présentation de la méthodologie et des apports adoptés pour la réalisation de l'étude. Ensuite, les résultats obtenus à l'issue de l'étude sont proposés dans une troisième partie : ceux-ci y sont interprétés pour comprendre leurs intérêts. Et enfin, en dernière partie, les enjeux et les implications de ces résultats sont discutés et des perspectives sont proposées.

PREMIÈRE PARTIE : PRÉSENTATION DU MILIEU D'ÉTUDE

I- Localisation de la zone d'étude

L'étude a été réalisée au Nord-Ouest de Madagascar, entre 13°30' et 13°50' de latitude Sud et 48°20' et 48°55' de longitude Est. Le Domaine de Sambirano ou District d'Ambanja se situe dans la Région de Diana. Le District s'étend sur une surface totale de 5735 km², représentant 29 % de la superficie totale de la région de Diana (RAFEHIMANANA, 2013). Il se situe à environ 900 km de la capitale Antananarivo, 233 km de la ville d'Antsiranana, 25 km du port d'Ankify qui assure les liaisons avec l'île touristique de Nosy Be, et 30 km du port commercial d'Antsahampano. Les limites du District sont :

- au Nord-Est, le District d'Ambilobe ;
- à l'Est, le Massif de Tsaratanana ;
- à l'Ouest, le canal de Mozambique et la sous-préfecture de Nosy-Be
- et au Sud, les Districts de Bealanana et d'Analalava, et le Massif forestier de Manongarivo.

Le District d'Ambanja comprend 23 communes dont une urbaine (Carte 1).

II- Milieu abiotique

1. Climat

Le Domaine de Sambirano est soumis à un climat tropical à la fois chaud et humide analogue à celui du littoral oriental de l'île (KOECHLIN et *al.*, 1974). Les mois les plus arrosés sont Janvier et Février. La saison sèche, plus fraîche s'étend de Mai à Octobre. Le climat du Sambirano se différencie des autres régions de DIANA. En effet, la présence des Massifs de Tsaratanana à l'Est, et de Manongarivo à l'Ouest, empêche le régime d'Alizé desséchant de s'installer dans le fossé du Sambirano. L'importante couverture forestière de basse altitude contribue également à maintenir une certaine humidité résiduelle pendant la saison sèche.

La température moyenne annuelle est de 29° C (température annuelle relevée à Bejofo, Ambanja) et une pluviométrie moyenne de 2870 mm entre 2007 et 2010 (Circonscription pour le développement rural).

Cette saison sèche atténuée constitue un climat spécifique et très favorable aux cultures pérennes, en particulier aux cacaoyers.

2. Topographie- géologie

Le relief du bassin versant du Sambirano est accidenté. Dans le Massif du Tsaratanana, une dénivellation de 2810 m sur 40 km de distance (2870 m au sommet du Maromokotra et 60 m à Marotolana). Au niveau de Tsaratanana, les roches sont formées de granites et de migmatites.

Le bassin inférieur qui couvre une superficie de 90000 ha est occupé en son centre par la vallée du Sambirano (RAKOTOMAHARO, 1973). Cette vallée est bordée par une chaîne de basses collines. A l'arrière-fond de cette chaîne de collines, les hauts sommets boisés du Massif de Manongarivo apparaissent au Sud et à l'Ouest, la limite avec le Massif de la Haute Ramena. De Marotolana à la jonction de la rivière Ramena, le fleuve Sambirano parcourt 45 km et perd 38 m d'altitude. En aval de la jonction avec la rivière Ramena, la vallée de Sambirano se resserre, traverse une zone boisée et s'élargit au niveau d'Ambanja pour former un delta. Du confluent à la mer, le Sambirano parcourt 32 km et perd 22 m d'altitude.

La plupart des plantations de cacaoyers est localisée dans des zones favorables à leur croissance : la plaine d'Ambanja, le long du fleuve Sambirano ou en basse altitude jusqu'à 400 m aux pieds du Massif de Manongarivo (RAZES, 2008).

3. Hydrographie

Le Sambirano est un fleuve du Nord-Ouest de Madagascar dans la région de DIANA. Il prend sa source dans le Massif de Tsaratanana et se jette dans la baie d'Ampasindava après avoir été rejoint par la rivière Ramena, au sud de la ville d'Ambanja. Le Sambirano mesure 124 km de long pour un bassin versant d'environ 2 800 km². Il comprend deux parties : Haut Sambirano (en amont) et Bas Sambirano (en aval).

Des rivières, telles que Beangona, Antontorogno, Beambatry et Ambahatra, arrosent les plaines. Toutes se jettent dans le fleuve du Sambirano qui débouche dans le canal de Mozambique (RANDRIANIRINA, 2008).

III. Milieu biotique

1. Végétation

Le domaine du Sambirano présente actuellement différents types de végétation. Quelques types homogènes sont néanmoins observés. Ainsi, la végétation est marquée par :

- Des mangroves, qui constituent des zones protégées par « Blue ventures »

- Des cultures d'exportation et de rente notamment le cacao qui se trouve surtout le long du fleuve Sambirano et dans le delta, le café et la vanille
- Une mosaïque de cultures : riz pluvial, manioc, haricot
- Des forêts denses humides de moyenne et de basse altitude
- Des prairies côtières et des pseudosteppes au Nord du District et dans la presqu'île d'Ampasindava à l'Ouest (RANDRIANIRINA, 2008).

2. Homme et ses activités

2.1. Population

La population comprend surtout des Sakalava, des Tsimihety, des Antandroy et des originaires du Sud Est (Antemoro, Antefasy, Antesaka mais aussi des Merina et Betsileo) . Les étrangers, natifs d'Ambanja sont considérés comme des autochtones.

2.2. Activités

a) Secteur primaire

Le secteur primaire est basé sur les cultures d'exportation (cacao, café, poivre, vanille et plantes à parfum) et sur la riziculture mais également sur l'élevage et la pêche qui, à priori, sont moins développés.

En 2006, les acteurs du secteur primaire pratiquent jusqu'à 86% d'agriculture, 9% d'élevage et 5% de pêche. Donc l'agriculture tient une place importante dans le secteur primaire et dans toute l'économie de la Région (RANDRIANIRINA, 2008).

b) Secteur secondaire

Le secteur secondaire est important et est caractérisé par les industries liées à l'agriculture qui font la transformation de plantes en extraits aromatiques et en huiles essentielles (basilique, patchouli, vétiver, combava, vanille, girofle, fleurs de café, ylang ylang...).

Le cacao marchand est majoritairement dédié à l'exportation. Quelques rares entreprises implantées à Madagascar transforment les fèves de cacao. C'est le cas de la Société d'exploitation de Cacao de Madagascar (SECAMAD) qui a été implantée à Antsiranana. C'est aussi le cas de la chocolaterie ROBERT, une société qui produit du chocolat et dont la production est principalement destinée au marché local.

DEUXIÈME PARTIE : MATÉRIELS ET MÉTHODOLOGIE

I- Matériel végétal

La classification récente utilisée pour ce genre est celle donnée par Angiosperm phylogeny group, 2009 (APG III).

1. Systématique

Règne : VÉGÉTALE

Super-Embranchement : CORMOPHYTES

Embranchement : SPERMATOPHYTES

Sous-embranchement : ANGIOSPERMES

Groupe : DICOTYLEDONES

Classe : ROSIDAE

Sous-classe : EUROSIDES II

Ordre : MALVALES

Famille : STERCULIACEAE

Genre : *Theobroma*

Espèce : *cacao*

Nom vernaculaire : kakao

2. Descriptions botaniques (MOSSU, 1990)

Racines

Le système racinaire du cacaoyer comprend un pivot qui peut atteindre 2 à 3 m de profondeur et de nombreuses racines verticales, il existe également 4 à 5 grosses racines latérales qui partent du collet, qui se subdivisent beaucoup. La majeure partie de ces ramifications demeure dans les 50 premiers centimètres du sol. Elles peuvent couvrir un rayon de 5 à 6 mètres autour de l'arbre.

Tronc

Une seule tige apparaît après germination d'une graine de cacaoyer. Dès que cette jeune tige atteint 50 à 70 cm de haut, sa croissance est interrompue et quelques yeux insérés à l'aisselle de feuilles supérieures forment des rameaux. Ainsi, une couronne de 3 à 6 branches est obtenue et qui se trouve entre 1 à 1,5 m au-dessus du sol.

De la couronne partiront des gourmands orthotropes. A l'état sauvage, le cacaoyer peut faire plusieurs étages mais en plantation, tous les gourmands verticaux sont coupés (orthotropes).

Feuilles

Elles sont simples entières, alternes et pétiolées. Le pétiole a 3 à 6 cm de long et porte deux renflements moteurs qui permettent à la feuille d'orienter sa face supérieure vers la lumière. Il existe également deux stipules caduques à la base de ce pétiole. Le limbe est mince et terminé par une pointe. A l'état jeune, les feuilles mesurent 20 à 30 cm de long sur 7 à 12 cm de large les feuilles sont roses ou rouges claires ou verts claires. Et lorsqu'elles sont adultes elles sont verts foncées.

Fleurs

Le cacaoyer est cauliflore. Les fleurs du cacaoyer apparaissent sur le tronc et les branches mais pas avant la formation de la première couronne des feuilles. Elles sont souvent regroupées en grappes (Photo1).

Généralement la première floraison intervient vers l'âge de trois à quatre ans. Le cacaoyer fleurit en plusieurs périodes successives. Les grosses floraisons sont au nombre de deux par an, avec des floraisons dites « modestes » intercalées par les grosses floraisons. Elles sont conditionnées par l'environnement et l'état physiologique de la plante.

La fleur est hermaphrodite, régulière de type pentamère, mesurant, une fois ouverte, environ un centimètre de diamètre. La placentation est axillaire. L'ovaire est supère et comprend cinq loges contenant chacune six à douze ovules. L'androcée est composé de cinq étamines.

Le pédoncule, long de 15 à 20 mm est fixé sur un coussinet floral, comprend une première partie basale de couleur verte, très courte (1 à 2 mm), séparée du pédoncule proprement dit par une constriction circulaire.

Il s'écoule une quarantaine de jours entre l'apparition du bouton floral et l'ouverture de la fleur. L'ouverture de la fleur commence en général en fin d'après-midi et se poursuit jusque dans les premières heures de la matinée suivante (5- 6 h du matin).

Le mode de reproduction de cacaoyers se fait par allogamie, c'est-à-dire fécondation croisée ou interfécondation entre deux individus distincts.



Photo1 : Fleurs en grappe d'un cacaoyer

Fructification

La pollinisation

La pollinisation du cacaoyer est essentiellement entomophile, c'est-à-dire pollinisation par de petits insectes. Les grains de pollen, visqueux, restent groupés en masse et peuvent se coller sur les insectes qui viennent visiter les fleurs.

Dans la pratique, lorsque le pollen a été déposé sur un stigmate, il germe rapidement et le tube pollinique atteint les ovules en quatre heures environ. Cette germination peut avoir lieu même si celui-ci est déposé sur le style et non sur les stigmates. La viabilité du grain de pollen est voisine de 12 heures. La réceptivité du stigmate varie entre 12 et 24 heures. La pollinisation dépend de beaucoup de facteurs comme les facteurs environnementaux, la visite d'insectes au moment de la pollinisation, et la quantité de pollen fournie par les étamines.

Le fruit

Le développement du fruit commence par le stade « ovaire gonflé », trois jours après la pollinisation.

Le jeune fruit pendant 5 à 6 mois de sa croissance est appelé « cherelle ». Quand il est mature ou atteint sa taille récoltable il est appelé « cabosse ». Les cabosses ont la particularité de grossir à la fois sur les branches mais aussi directement sur le tronc de l'arbre (Photo 3).

Le fruit est une grosse baie allongée. Le péricarpe de la cabosse est composé comme la majorité des fruits de trois couches : l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe.

La forme, la taille et les couleurs des cabosses sont très variables selon les variétés de cacaoyer. La cabosse avant maturité peut être verte, rouge-violet ou verte pigmentée. De même pour la forme, il peut y avoir des cabosses presque sphériques, allongées et pointues ou ovales et régulières. La surface du fruit peut être parfaitement lisse ou verruqueuse (Photo 4).

En moyenne une cabosse mesure entre 15 à 20 cm et pèse entre 400 et 500 g. La forme de la cabosse est déterminée d'une part par le rapport entre la longueur et la largeur et d'autre part par la forme des deux extrémités.

Très variable, elle peut aller de la forme presque sphérique des types «calabacillo» à la forme allongée et pointue des «cundeamor» ou des «angoleta» en passant par la forme ovale et régulière des «amelonado».

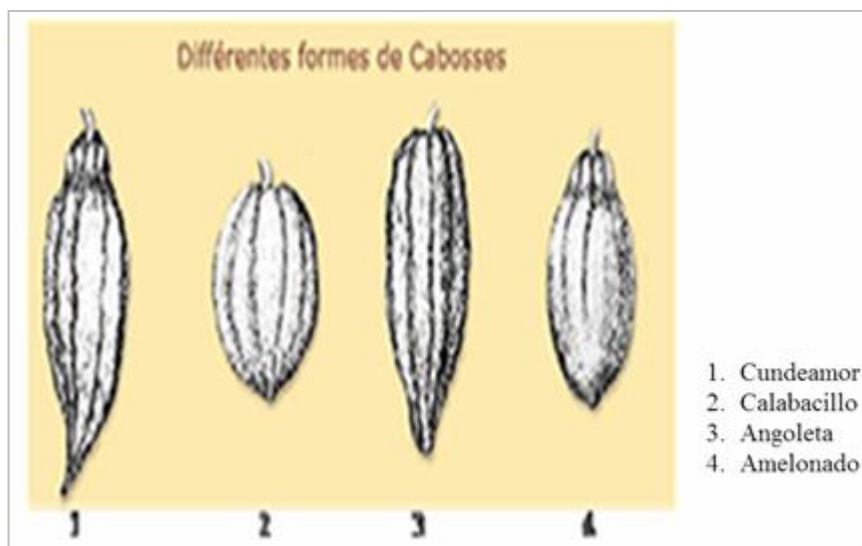


Photo 2 : Différentes formes de cabosse

Source : Frédéric DESCROIX



Photo 3 : Cabosses sur le tronc

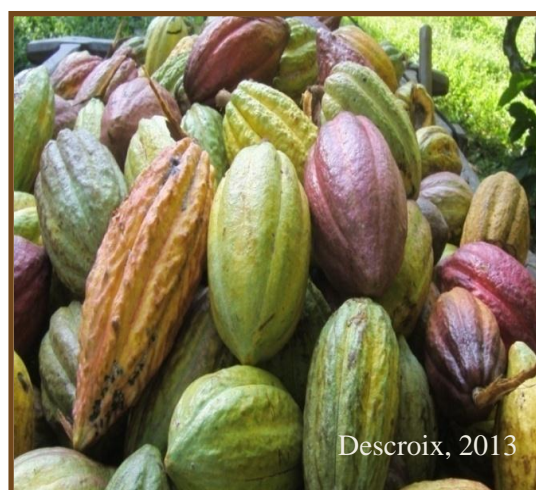


Photo 4: Diversité de cabosses

La graine ou « fève »

La fève de cacao est une graine sans albumen se présentant extérieurement sous la forme d'une amande plus ou moins dodue, de coloration violet foncée ou claire voire blanche. Elle est recouverte d'une pulpe mucilagineuse de couleur blanche, de saveur sucrée et acidulée. Une cabosse contient entre 25 et 45 graines regroupées en épis (Photo 5).

Les fèves mesurent 20 à 30 mm de long, 12 à 16 mm de large et 7 à 12 mm d'épaisseur. Le poids d'une graine varie de 1,3 à 2,3 g pour descendre après séchage à un poids allant de 0,9 à 1,5 g. Le poids des cotylédons secs représente 65% du poids des cotylédons frais (Photo 6).

Les cotylédons sont formés par trois types de cellules :

- Des cellules épidermiques.
- Des cellules parenchymateuses de réserve : ce sont les plus présentes dans les cotylédons (90%). Ces cellules contiennent de la matière grasse appelée « beurre de cacao », des protéines, et des grains d'amidon.
- Des cellules à pigments responsables de la coloration des tissus. Ces cellules bien que moins répandues dans les cotylédons (10%) ont un rôle important dans la production du cacao marchand. En effet elles contiennent de nombreux polyphénols (tanins, anthocyanine, ...) qui auront un rôle dans les colorations des cotylédons et du cacao marchand, des purines (théobromine, caféine ...) qui auront plutôt un rôle dans le goût et notamment l'amertume des fèves de cacao (graines fermentées).

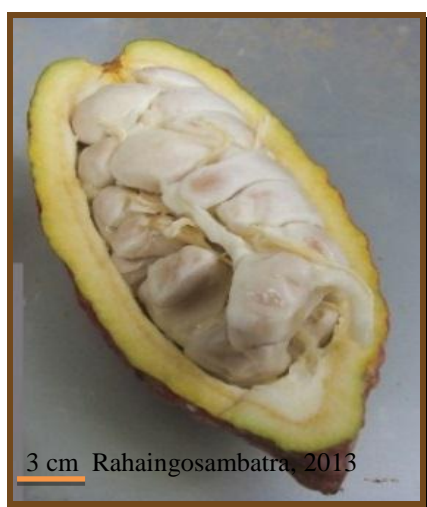


Photo 5 : Coupe d'une cabosse fraîche



Photo 6 : Fèves sèches

3. Les variétés de cacao

Le cacao (*Theobroma cacao*) comprend trois variétés :

Variété criollo

La variété criollo a des cabosses vertes ou rouges avant maturité, verruqueuses, de forme variable mais s'approchant le plus souvent du type « cundeamor ». Les parois sont peu épaisses avec une extrémité pointue. Cette variété se caractérise par des fèves dodues, de section presque ronde, à amande de couleur blanche. Elle donne le cacao le plus fin, aromatique et légèrement amer.

La variété criollo est toutefois sensible aux maladies et aux insectes et ne représente que quelques pour cent de la production mondiale.

Variété forastero

La variété forastero a des cabosses ont de couleur verte à pourpre-violet avant maturité, de formes très variées. Les fèves sont légèrement aplaties et de couleur pourpre foncée donnant des cacaos de qualité ordinaire (un arôme peu prononcé et une amertume forte) qui entrent dans la fabrication des chocolats courants. Ce groupe a deux sous-variétés :

- La forastero bas amazonien ou amelonado de couleur verte appelés cacao Tamatave à Madagascar. Cette variété donne une qualité plus intéressante.
- La forastero haut amazonien de couleur pourpre violette, plus productifs mais se distinguant par une amertume plus prononcée.

Variété trinitario

La variété trinitario est issu des hybrides biologiques naturels ou artificiels entre les criollo et les forastero. Les cabosses ont des formes et des couleurs variées. L'intérieur de la fève appelé « amande » est de couleur claire partiellement blanche et partiellement violette. Elles donnent un cacao de qualité intermédiaire entre les deux variétés précédentes.

II- Méthodologie

L'inventaire a été faite en tenant compte des types d'exploitation ou des opérateurs et de la diversité des zones de cultures.

Quatre structures d'exploitation ont été étudiées :

- groupe industriel, exemple SOMIA : Société Malgache de l'Industrie Agricole
- producteurs membres de coopératives (ADAPS : Association pour le développement de l'agriculture et du paysannat du Sambirano)
- producteurs indépendants
- la dernière structure dont les propriétaires n'ont pas été rencontrés, nommée « paysans indéfinis »

La zone d'étude a été découpée en sept entités géographiques basée sur l'éloignement par rapport à Ambanja, mais aussi de l'accessibilité des routes principalement en saison de pluies.

- le Bas sambirano (BS)
- le Moyen Sambirano (MS)
- le Haut Sambirano (HS)
- l'Ouest (O)
- la périphérie d'Ambanja hors SOMIA (AHS)
- la périphérie d'Ambanja SOMIA (ASM) et
- le Sud d'Ambanja (S)

1. Enquête sur le mode de culture de cacaoyers

L'enquête a été faite auprès des paysans et du responsable de la pépinière de la SOMIA. Cette enquête a été portée sur la construction ou non de pépinière, le semis, le soin et l'entretien de jeunes plants, la transplantation et l'entretien dans le verger.

2. Inventaire des espèces végétales composant les associations culturales

Des inventaires ont été réalisés dans 80 placettes de 100 m² chacune. Le tableau 1 montre le nombre de placettes recensées suivant les types d'exploitation ou opérateurs et les zones.

Tableau 1 : Nombre de placettes suivant les opérateurs et les zones

A HSM : Ambanja hors SOMIA ; ASM : Ambanja SOMIA ; BS : Bas Sambirano ; HS : Haut Sambirano ; MS : Moyen Sambirano ; O : Ouest ; S : Sud

ADAPS : Association pour le développement de l'agriculture et du paysannat du Sambirano ; SOMIA : Société malgache d'industrie et d'agriculture

Opérateur Zone	ADAPS	Indépendant	Inconnu	SOMIA
A HSM	14	7	2	0
A SM	0	0	0	21
BS	2	4	1	0
MS	3	0	3	0
HS	0	1	6	0
O	0	1	2	0
S	4	6	3	0
Total	23	19	17	21

- Dans chaque placette, les arbres d'ombrage de cacaoyers ont été comptés. Ils ont été identifiés à partir de questionnaires soumises aux producteurs ou aux responsables de vergers. Les surfaces occupées par les arbres dans un carré de 100 m² sont données par $S = 100 / \text{nombre des arbres d'ombrage}$.

Les cultures associées ont été aussi comptées. Leurs surfaces occupées sont estimées par projection de houppier au sol.






3. Appréciation texturale du sol par la méthode manuelle

La texture du sol est la proportion des fractions de sable, de limon et d'argile, classées par catégorie de grosseurs, présentes dans le sol.

Sur le terrain, la texture peut être déterminée rapidement au toucher par la méthode dite des « rouleaux et des anneaux » (Tableau 2).

Tableau 2 : Appréciation texturale par la méthode manuelle

S : Sable ; Sl : Sable limoneux ; L : Limon ; La : Limon argileux ; Ls : Limon sableux ; As : Argile sableux

Observation	Illustrations	Texture
Pas de rouleau		S, Sl
Début de rouleau		Ls
Rouleau continu anneau brisé		L
Rouleau continu, Anneau craquelé		La
Rouleau continu, Anneau continu		As

Source : Professeur RAZAFINJARA A.L

4. Mesure de la luminosité

La culture de cacaoyer nécessite une dose appropriée de luminosité. La luminosité a été mesurée avec un luxmètre.

A chaque mesure, l'heure et la proportion de la nébulosité ont été notées.

Pour déterminer la proportion de luminosité absorbée sous cacaoyers, la luminosité hors association ainsi que la luminosité minimale, moyenne et maximale dans l'association culturale ont été mesurées.

Du fait de la différence de l'heure de mesure et de la nébulosité, la proportion de luminosité sous les cacaoyers est calculée selon la formule :

$$\text{Proportion de luminosité sous les cacaoyers} = \frac{\text{Luminosité moyenne dans le champ}}{\text{Luminosité en dehors du champ}}$$

5. Description de la frondaison des cacaoyers

Pour étudier l'état végétatif, et la présence ou non de carences en éléments minéraux et de maladies, les diagnostics suivants ont été effectués :

RAHAINGOSAMBATRA Dina

- Détermination de l'importance de la frondaison des cacaoyers : importante, moyenne et faible.
- Observation de la couleur des frondaisons. Les couleurs des feuilles adultes sont notées pour voir s'il y a carence ou non en éléments nutritifs dans le milieu.

6. Evaluation du potentiel de productivité

Dans les placettes, quatre cacaoyers pris au hasard ont été observés. Pour cela, la charge en fleurs et en fruits a été évaluée.

La charge en fleur a été notée par classe : nulle (aucun glomérule), très faible (1 à 9 glomérules), faible (9 à 19 glomérules), moyen (20 à 49 glomérules), fort (50 à plus de 100 glomérules). Pour les fruits, les cherelles et les cabosses ont été comptées.

7. Estimation des âges des cacaoyers

L'âge est estimé par variation de l'ancienneté des créations (chronoséquences) (JAGORET et *al.*, 2011) et d'une diversification de la productivité. Trois classes d'âge ont été considérées.

- > 20 ans : cacaoyers adultes susceptibles de connaître une décroissance des rendements
- Entre 10 à 20 : cacaoyers adultes en production
- Entre 0 à 10 : cacaoyers juvéniles entrant en production

8. Appréciation de la qualité des produits

8.1. Diagnostic sur terrain des procédés de transformation

Le diagnostic a été fait depuis la récolte jusqu'au stockage de fèves marchandes à travers les différents acteurs.

8.2. Échantillonnage

Des échantillons de fèves marchandes ou séchées ont été collectées dans les différentes zones suivant leur destinée :

- pour la diversité génétique (criollo, trinitario à amande claire, trinitario à amande foncée et forastero)
- pour la diversité de la zone de production : Haut Sambirano, Bas Sambirano, Ambanja SOMIA, Ambanja hors SOMIA et Sud d'Ambanja
- pour la diversité des opérateurs de production : producteurs indépendants, coopératives paysanne ou ADAPS, SOMIA et inconnu

Pour évaluer la diversité végétale, 50 fèves ont été sélectionnées aléatoirement. Elles ont été coupées longitudinalement pour voir la couleur de l'amande de fèves.

Lors d'un suivi de fermentation, le prélèvement d'échantillon de cacao a été fait de l'état frais jusqu'à la fin du procédé post-récolte, c'est-à-dire à chaque étape de transformation (brassage, transvasement, mise au séchage). Le prélèvement a été de 3 kg de cacao (pour obtenir environ 1 kg de fèves fraîches). Il a été toujours fait au centre, pour éviter les variations dues à la localisation des fèves. Après chaque prélèvement, le cacao a été séché au soleil jusqu'à atteindre une hygrométrie inférieure à 8%. Pour un bon séchage, des brassages réguliers du cacao ont été effectués.

Au total 18 fermentations ont été suivies, ce qui correspond à des prélèvements de 50 échantillons. Compte tenu du temps imparti pour le stage, l'étude n'a été faite que sur les 28 échantillons.

Ces échantillons correspondent aux 18 échantillons prélevés en fin de suivi de fermentation :

- 6 suivis de fermentation en sac
- 3 suivis de fermentation en bac en bois cloisonné
- 6 suivis de fermentation en bacs en bois disposés en cascade
- 3 suivis de fermentation de fèves de cacao type criollo en bac en bois disposés en cascade

Et aux 10 échantillons prélevés à chaque étape de la fermentation pour les procédés suivants

- Échantillons aux jours 0, 2, 4, 5 et 6 d'un suivi d'un procédé en bac en cascade
- Échantillons aux jours 0, 4 et 6 d'un suivi de fermentation d'un lot type criollo en bacs en cascade
- Échantillons aux jours 0, 3 et 5 d'un suivi de fermentation en sac
- Échantillons aux jours 0, 3 et 5 d'un suivi de fermentation en tonneau et bac unique cloisonné

9.3. Analyse des échantillons

Les échantillons ont été analysés au Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles et des Sciences des Aliments (LCSNSA) de l'université de Saint Pierre à la Réunion. Il s'agit d'une analyse chimique pour analyser les substances chimiques présentes dans les fèves. La teneur en polyphénols au cours de la fermentation a été déterminée.

Le ratio théobromine/caféine des fèves marchandes malgaches et venant des autres pays (trinitario de Trinidad, forastero du Côte d'Ivoire, criollo de Venezuela, et criollo de La Réunion) a été aussi déterminé.

Détermination de teneurs en polyphénols, en théobromine et en caféine

Les teneurs en polyphénol, en théobromine et en caféine ont été déterminées par spectrométrie proche infra-rouge. C'est une technique analytique basée sur le principe d'absorption des rayonnements infrarouges par la matière organique. L'absorption étant liée à la composition chimique des échantillons.

9. Traitement et analyse statistiques

Le logiciel XLSTAT a été utilisé pour l'analyse des données. La méthode est basée sur l'analyse de la variance ou ANOVA.

L'analyse de la variance permet d'estimer si le changement de modalité des variables explicatives ou facteurs engendre une variation significative de moyenne des variables dépendantes. Dans cette étude, les facteurs sont les zones, les opérateurs, la texture du sol et la lumière.

Pour comparer les moyennes des valeurs obtenues par traitement, le test considéré est le test de Fisher (LSD). Le classement de groupe homogène est donné à partir de ce test.

TROISIÈME PARTIE : RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

Dans cette partie, les résultats sont présentés.

I- Enquête sur la cacaoculture dans la zone du Sambirano

1. Semis

Les semis peuvent se faire de deux façons :

- en place directement (2 ou 3 fèves) c'est-à-dire dans le verger sous ombrage
- en sachets perforés ou pots plastiques remplis de bonne terre (terre de surface riche en humus) et un peu de sable de rivière et avec ou sans fumier (bouses) avec les proportions suivantes :

2 brouettes de terre fertile

1 brouette de fumier

1/2 brouette de sable

Le même jour, les cabosses bien mûres, en particulier sur le tronc sont récoltées. Les fèves sont tirées des cabosses saines et mûres et plantées dans les sachets plastiques.

Ces derniers sont ensuite placés soit en pépinière soit sous des arbres dont l'ombrage n'est pas trop fort (Photo 6 et 7).

Il est indispensable d'arroser deux fois par jour (matin et soir) surtout pendant la saison sèche.

L'époque favorable pour effectuer les semis se situe entre les mois de juillet et août.

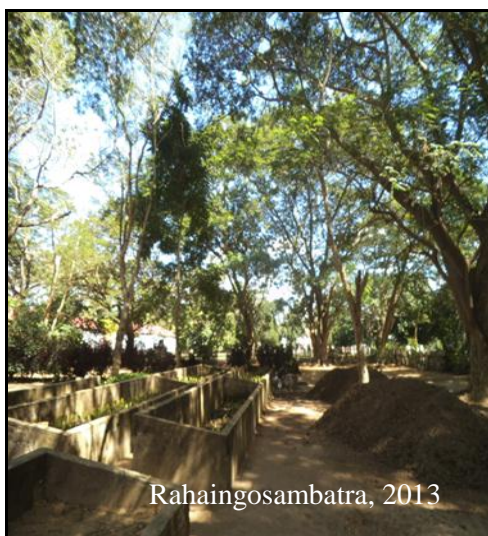


Photo 6 : Pépinière de SOMIA



Photo 7 : Jeunes plants de cacao de 1 mois

2. Repiquage et plantation des cacaoyers

Après 4 à 5 mois, les jeunes plants sont prêts à être transplantés. Le sachet plastique est enlevé au moment où le cacaoyer est glissé dans le trou. La distance de plantation conseillée est de 3m×3m ou 4m×4m.

3. Suivi de plantation

Le suivi consiste à enlever les bois morts, à raccourcir les branches trop longues et à éliminer les gourmands émis au niveau de la couronne. Le taillage du cacaoyer a comme objectif l'établissement d'un équilibre entre vigueur et productivité. Ainsi, il peut supporter la croissance des parties concernées par leur croissance et l'accumulation de réserves pour le cycle suivant, en gardant son potentiel productif.

4. Régénération

Le recépage est fait après quelques dizaines de production pour avoir une régénération: ce cas a été rencontré dans les vergers de SOMIA.

II- Arbres d'ombrage

Sensibles à la lumière, les cacaoyers sont cultivés sous ombrage (Photo 8). Les bananiers sont utilisés comme ombrage provisoire lors de la multiplication de nouveau cacaoyer (Photo 9).



Photo 8 : Cacaoyers adultes sous *Albizia lebbek*



Photo 9 : Jeunes cacaoyers sous bananiers

1. Distribution suivant les zones

Le nombre d'arbres d'ombrage ont été analysés selon les zones et les opérateurs. Le nombre d'arbres a été ensuite rapporté à l'hectare ($\text{Nombre d'arbres à l'ha} = \text{nombre d'arbres}/100 \times 10000$).

La figure 1 montre le nombre d'arbres d'ombrage par ha en fonction des zones. L'analyse des variances présentée dans la figure 1 donne trois groupes homogènes selon le nombre d'arbres d'ombrage par ha. Le Bas Sambirano et la périphérie d'Ambanja hors SOMIA présentent beaucoup d'arbres d'ombrage que les autres zones, (respectivement 200 et 190 arbres/ha). Le deuxième groupe est formé par l'Ambanja SOMIA, le Moyen Sambirano et le Sud. Les arbres d'ombrage sont rares dans le Haut Sambirano et l'Ouest, (respectivement 71 et 66 arbre/ ha).

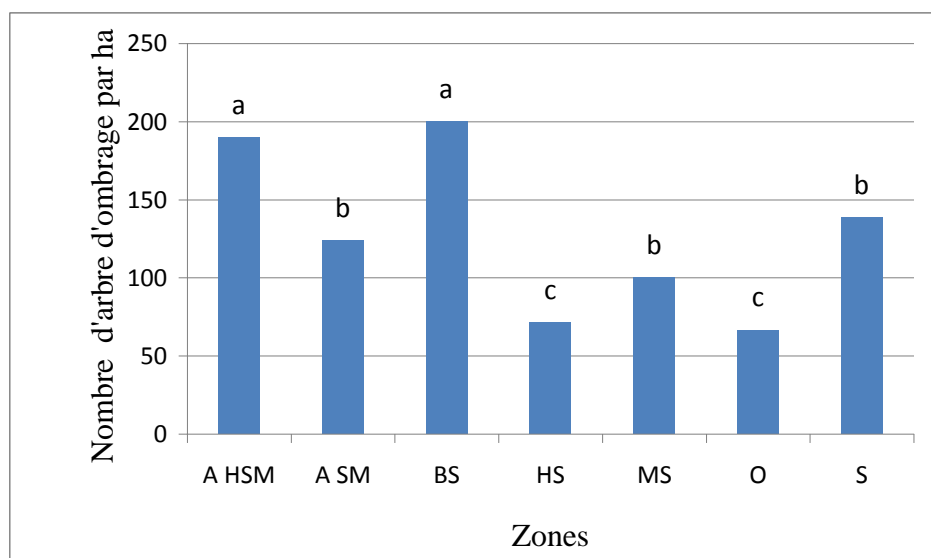


Figure 1 : Nombre d'arbres d'ombrage par ha suivant les zones

A HSM : Ambanja hors SOMIA ; ASM : Ambanja SOMIA ; BS : Bas Smbirano ; HS : Haut Sambirano ; MS : Moyen Sambirano ; O : Ouest ; S : Sud

Les valeurs suivies de la même lettre ne présentent pas une différence significative d'après le test de Fisher au seuil de 5%.

2. Distribution suivant les opérateurs

La figure 2 illustre le nombre d'arbres d'ombrage par ha suivant les opérateurs. Le nombre d'arbres d'ombrage présente une différence significative suivant les opérateurs. L'analyse de la figure donne trois groupes d'opérateurs. Le premier est l'ADAPS qui représente 182 arbres/ha. Le deuxième est le paysan indépendant. Le dernier groupe est formé par le SOMIA RAHAINGOSAMBATRA Dina

et le paysan indéfini. Ils ont respectivement 124 et 106 arbres/ha. Donc les vergers des sociétés villageoises sont plus ombragés par rapport à ceux de la société industrielle ou SOMIA.

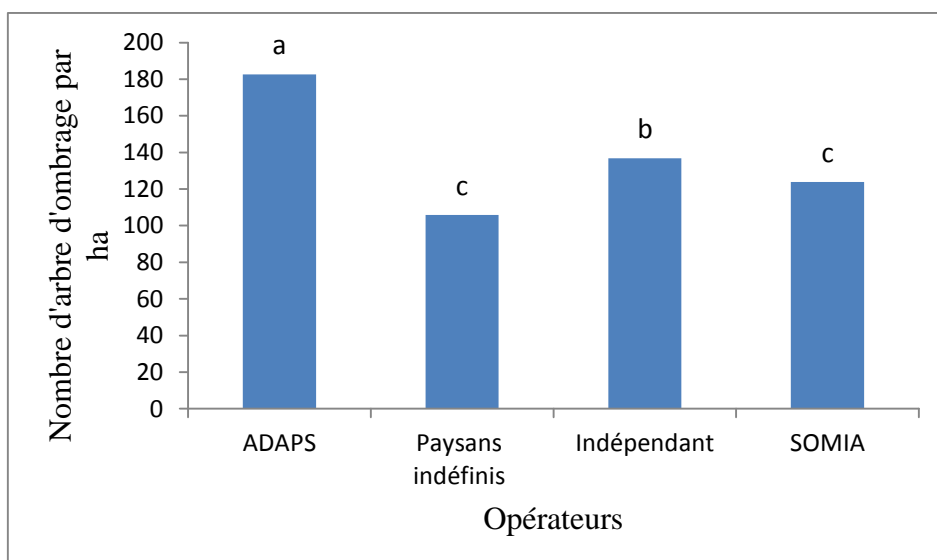


Figure 2 : Nombre d'arbres d'ombrage en ha suivant les opérateurs

ADAPS : Association pour le développement de l'agriculture et du paysannat du Sambirano ; SOMIA : Société malgache d'industrie et d'agriculture

Les valeurs suivies de la même lettre ne présentent pas une différence significative d'après le test de Fisher au seuil de 5%.

III- Cultures associées

1. Selon les zones

La figure 3 montre la surface en m² de cultures associées (CA) à l'ha et le pourcentage de placettes avec les cultures associées selon les zones. La surface de cultures associées présente une différence significative suivant les zones. Les cultures associées sont plus présentées dans l'Ouest (1666m²/ha), puis dans Ambanja SOMIA (878m²/ha). Elles sont faiblement rencontrées dans le Moyen Sambirano (8m²/ha) et absentes dans le Haut Sambirano. Aucune culture associée n'est trouvée dans le Haut Sambirano. Vu que le haut Sambirano est loin de la ville d'Ambanja et n'est pas accessible pendant la saison de pluie, les cultures associées aux cacaoyers sont moins étendues. En général, la surface de cultures associées par ha dépend du pourcentage de placettes avec des cultures associées. Au Sud, les cultures associées occupent 345 m²/ha dont 77% des placettes recensées ont des cacaoyers associés avec RAHAINGOSAMBATRA Dina

d'autres cultures. Le Moyen Sambirano qui présente 8m² de cultures associées a 16% de placettes avec des cultures associées.

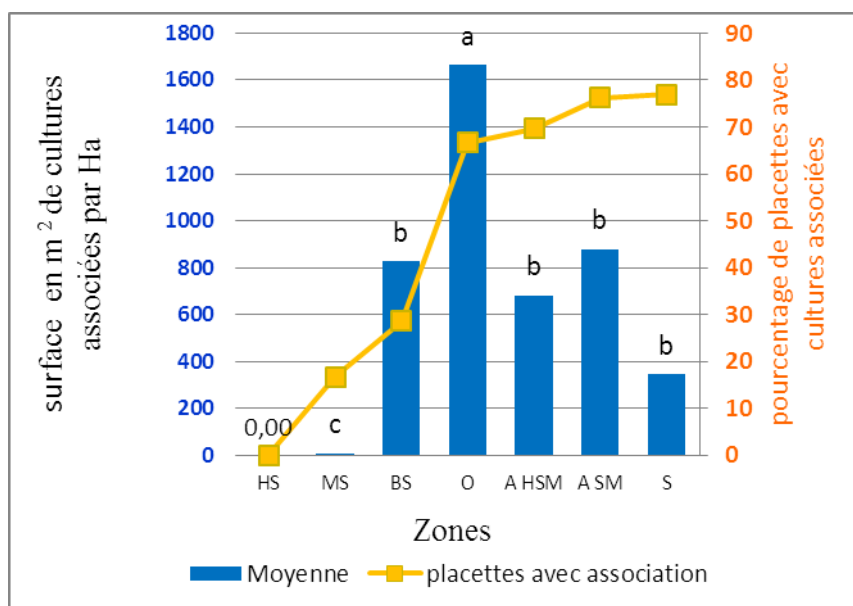


Figure 3 : Surface en m² de cultures associées par ha et pourcentage de placettes avec des cultures associées selon les zones

HS : Haut Sambirano ; MS : Moyen Sambirano ; BS : Bas Sambirano ; O : Ouest ; A HSM : Ambanja hors SOMIA; ASM : Ambanja SOMIA ; S : Sud

Les valeurs suivies de la même lettre ne présentent pas une différence significative d'après le test de Fisher au seuil de 5%.

2. Selon les opérateurs

La surface (m²) de cultures associées par ha et le pourcentage de placettes avec des cultures associées selon les opérateurs sont présentés dans la figure 4. La surface de cultures associées des opérateurs ne présente pas une différence significative. Les placettes avec des associations culturales sont plus rencontrées chez la société industrielle (76%). Elles sont moins trouvées chez les paysans indéfinis (39%). Les associations culturales ne sont pas pratiquées systématiquement dans le Sambirano.

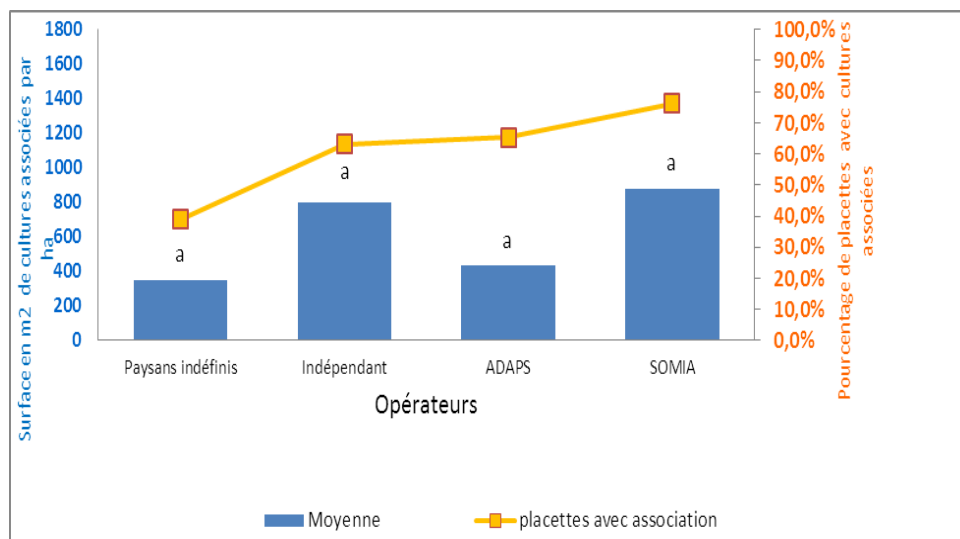


Figure 4 : Surface en m² de cultures associées /ha et pourcentage de placettes avec des cultures associées selon les opérateurs

ADAPS : Association pour le développement de l'agriculture et du paysannat du Sambirano

SOMIA : Société malgache d'industrie et d'agriculture

Les valeurs suivies de la même lettre ne présentent pas une différence significative d'après le test de Fisher au seuil de 5%.

IV-Hauteur et diamètre des cacaoyers

1. Hauteur

1.1. Suivant les zones

La figure 5 montre le diagramme de fréquence des cacaoyers par classe de hauteur suivant les zones. L'analyse de cette figure montre que la hauteur de cacaoyers est significativement différente suivant les zones. Les cacaoyers de hauteur inférieure à 3 m sont plus rencontrés à l'Ouest (33%). Ils sont inexistant dans le Bas Sambirano, le Haut Sambirano et le Sud. Ceux de taille entre 3 à 6 m sont plus abondants dans les vergers de SOMIA (48%). Ils sont absents à l'Ouest. Par contre, les cacaoyers de hauteur comprise entre 6 à 9 m y sont nombreux (67%). Ils sont rares dans la plantation de SOMIA (33%). Et ceux qui ont la hauteur supérieure à 9 m ne sont trouvés que dans le Haut Sambirano et dans le Sud, (respectivement 43% et 15%). Les différences de hauteurs sont dues à la différence d'âge et aussi aux non pratiques de taillage des cacaoyers pour éliminer les gourmands. En effet, les gourmands sont à l'origine de la formation de nouvelles couronnes à des niveaux plus élevés.

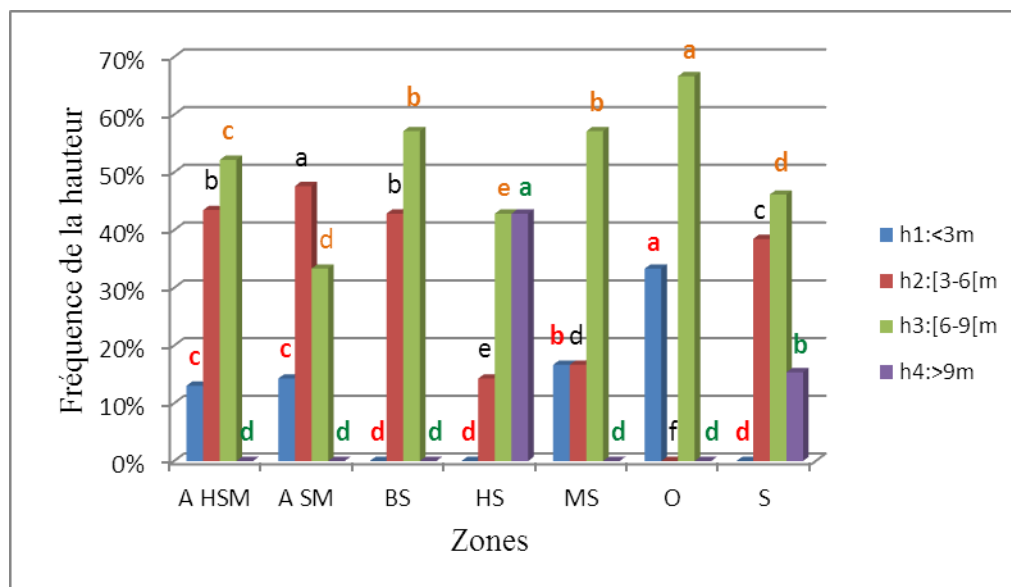


Figure 5 : Diagramme de fréquence des cacaoyers par classe de hauteur suivant les zones
 A HSM : Ambanja hors SOMIA; ASM : Ambanja SOMIA ; BS : Bas Sambirano ; HS : Haut Sambirano ; MS :
 Moyen Sambirano ; O : Ouest ; S : Sud

Les valeurs suivies de la même lettre ne présentent pas une différence significative d'après le test de Fisher au seuil de 5%.

1.2. Suivant les opérateurs

Le diagramme de fréquence des cacaoyers par classe de hauteur selon les opérateurs est illustré dans la figure 6. Des différences significatives sont observées entre la hauteur de cacaoyers suivant les opérateurs. Les cacaoyers juvéniles de hauteur inférieure à 3m et entre 3 à 6m sont plus rencontrés chez la société industrielle, respectivement 14% et 48%. Ils sont rares chez les paysans inconnus ou indéfinis (0% et 29%). La plupart des cacaoyers ont la hauteur entre 6 à 9m : 53% pour les paysans indépendants et indéfinis et 33% pour la société industrielle. Ceux qui ont la taille supérieure à 9 m ne sont rencontrés que chez les paysans inconnus et membres de l'ADAPS avec les valeurs respectives de 18% et 9%.

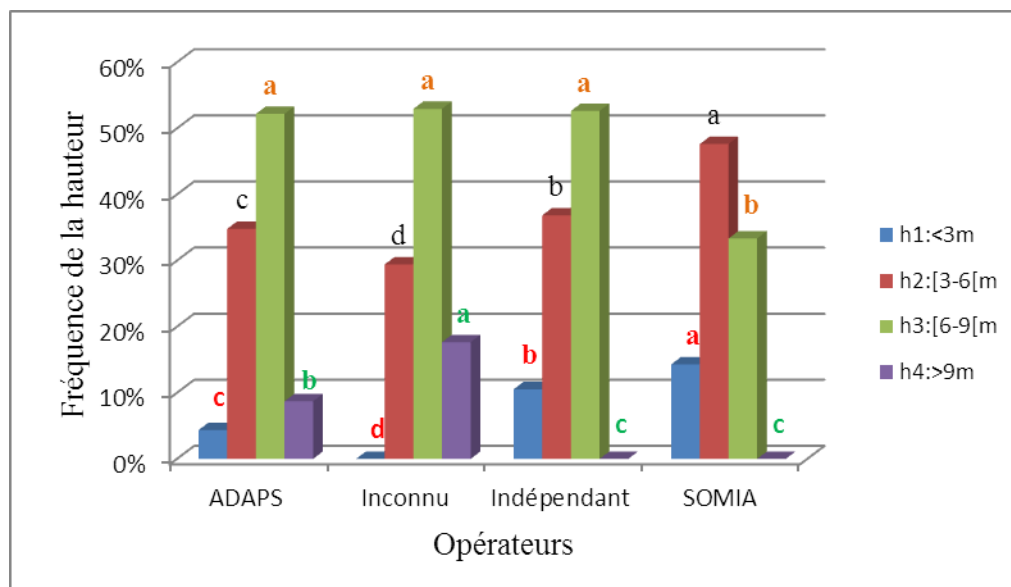


Figure 6 : Diagramme de fréquence des cacaoyers par classe de hauteur suivant les opérateurs

ADAPS : Association pour le développement de l'agriculture et du paysannat du Sambirano ; SOMIA : Société malgache d'industrie et d'agriculture

Les valeurs suivies de la même lettre ne présentent pas une différence significative d'après le test de Fisher au seuil de 5%.

2. Diamètres

2.1. Suivant les zones

La figure 7 présente le diagramme de fréquence des cacaoyers par classe de diamètre suivant les zones. D'après le test d'ANOVA, des différences significatives sont observées entre le diamètre de cacaoyers suivant les zones. La fréquence des cacaoyers de diamètre inférieur à 10 cm est plus élevée dans le verger de SOMIA. Elle est nulle à l'Ouest. Les cacaoyers de diamètre compris entre 10 à 15 cm sont plus fréquents au Sud (69%). Ils ne représentent que 29% au SOMIA. Ceux de diamètre entre 15 à 20 cm sont plus rencontrés à l'Ouest (67%). Ils sont moins fréquents au Sud (15%). La différence de diamètre est due à la diversité d'âge de plantations. Les vieilles plantations sont ainsi plus rependues à l'Ouest.

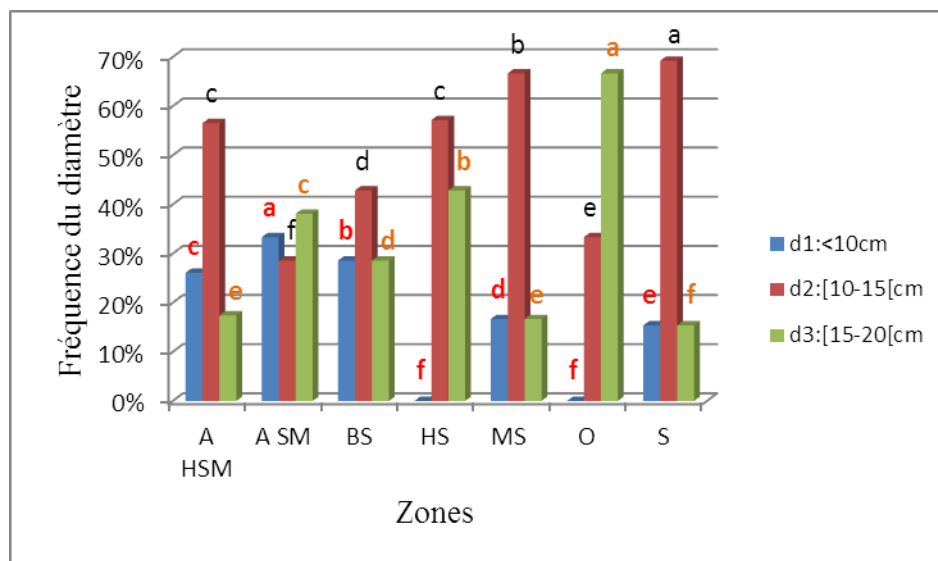


Figure 7 : Diagramme de fréquence des cacaoyers par classe de diamètre suivant les zones

A HSM : Ambanja hors SOMIA; ASM : Ambanja SOMIA ; BS : Bas Sambirano ; HS : Haut Sambirano ; MS : Moyen Sambirano ; O : Ouest ; S : Sud

Les valeurs suivies de la même lettre ne présentent pas une différence significative d'après le test de Fisher au seuil de 5%.

2.2. Suivant les opérateurs

La figure 8 présente la fréquence des cacaoyers par classe de diamètres selon les opérateurs. Des différences significatives sont trouvées entre le diamètre de cacaoyers selon les opérateurs. Les cacaoyers de diamètre inférieur à 10cm sont plus fréquents au SOMIA (33%). Ils sont nuls chez les paysans indéfinis ou inconnus. Ceux de diamètre entre 10 à 15 cm sont plus rencontrés chez les paysans inconnus (71%) et moins observés au SOMIA (29%). Les cacaoyers de diamètre entre 15 à 20 cm sont plus rencontrés au SOMIA (38%). Ils sont moins fréquents chez les paysans membres de l'ADAPS et indépendants (22%).

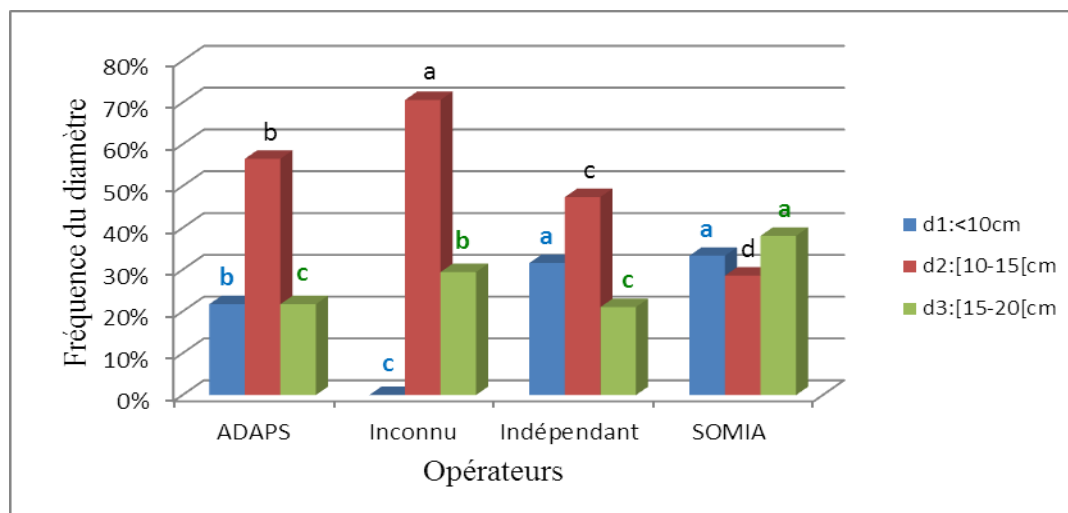


Figure 8 : Fréquence des cacaoyers par classe de diamètres selon les opérateurs

ADAPS : Association pour le développement de l'agriculture et du paysannat du Sambirano

SOMIA : Société malgache d'industrie et d'agriculture

Les valeurs suivies de la même lettre ne présentent pas une différence significative d'après le test de Fisher au seuil de 5%.

V- La texture du sol

1. Effet de la texture du sol sur la productivité

La figure 9 présente le nombre moyen de cherelles et de cabosses par arbre en fonction de la texture du sol. L'analyse de cette figure montre une différence significative entre les textures du sol tant sur le nombre moyen de cherelles que celui de cabosses. Les sols à texture argile sableuse et limon argileuse donnent beaucoup plus de cherelles (7 et 6 cherelles par arbre) par rapport à ceux dont les textures sont sableuse et limoneuse qui ont en moyenne 2 cherelles par arbre.

Pour la productivité en cabosses, le sol à texture limon argileuse donne la meilleure productivité (en moyenne 10 cabosses par arbre). Aucune différence significative n'est trouvée entre les sols à texture argile sableuse, limoneuse, sable limoneuse et sableuse sur le nombre moyen de cabosses par arbre (5 et 6 cabosses par arbre).

Les sols à textures argile sableuse et limon argileuse ont une bonne capacité de rétention en eau et est fertile. De ce fait, les cacaoyers subissent peu le stress hydrique des saisons sèches. Ainsi la production de cacaoyers y est favorisée. Le sol sableuse a une faible capacité de

rétenction en eau et est rencontré dans les zones inondées. Les submersions temporaires répétées peuvent avoir un effet réducteur de la croissance et de la production des cacaoyers.

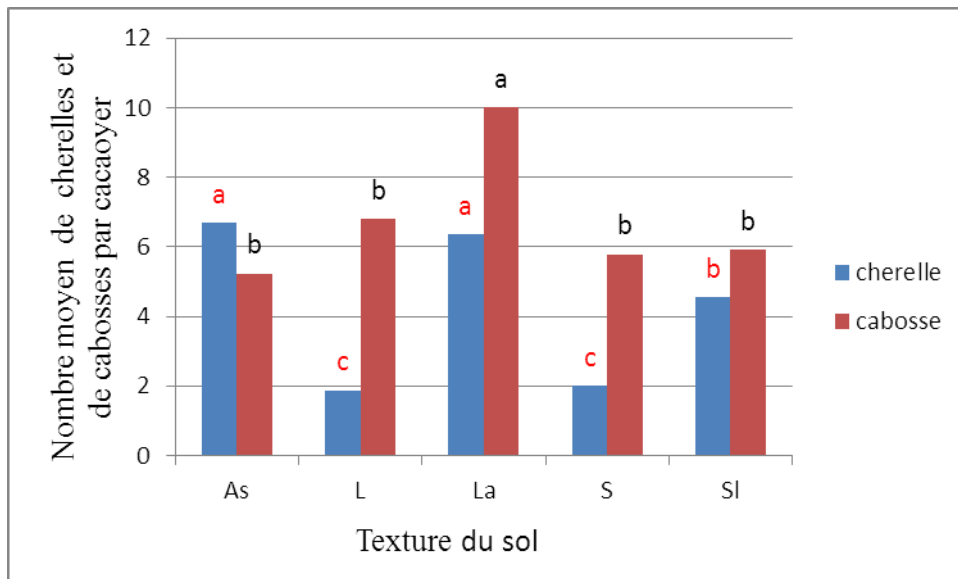


Figure 9 : Nombre moyen de cherelles et de cabosses par arbre en fonction de la texture du sol

As : argile sableuse ; L : limoneuse ; La : Limon argileuse ; S : sableuse ; SI : sable limoneuse

Les valeurs suivies de la même lettre ne présentent pas une différence significative d'après le test de Fisher au seuil de 5%.

VI-Age de cacaoyers estimé suivant les zones

La figure 13 donne le pourcentage de cacaoyers par tranche d'âge suivant les zones. Une différence significative est observée entre l'âge des cacaoyers suivant les zones. Les jeunes cacaoyers (0 à 10 ans) sont plus rencontrés dans la plantation de SOMIA. Ils sont nuls dans le Bas Sambirano et l'Ouest. Les cacaoyers de 10 à 20 ans sont abondants chez les paysans autour d'Ambanja et le Bas Sambirano (56%). Ils sont moins rencontrés dans le Haut Sambirano (28%). Ceux les plus âgés (plus de 20 ans) sont plus rencontrés dans l'Ouest (66,7%). Ils représentent environ 28% dans le verger de SOMIA. Du fait de sa disponibilité en terrain, et de la stratégie de rénovation mise en œuvre ces dernières années, la SOMIA possède des vergers pour les jeunes cacaoyers. Ainsi il a plus de jeunes cacaoyers par rapport aux paysans dont la plupart font la pépinière sur la même place que celle de cacaoyers âgés. Notons cependant la rénovation et/ou l'extension des vergers cacaoyers par les paysans dans les zones du Sud, Haut et Moyen Sambirano dans l'Ouest, le Bas Sambirano et en

périphérie d'Ambanja. La demande en vivriers de la ville ne favorise pas la replantation cacaoyère. Les producteurs préfèrent accorder leur terrain et leur temps de travail aux cultures vivrières.

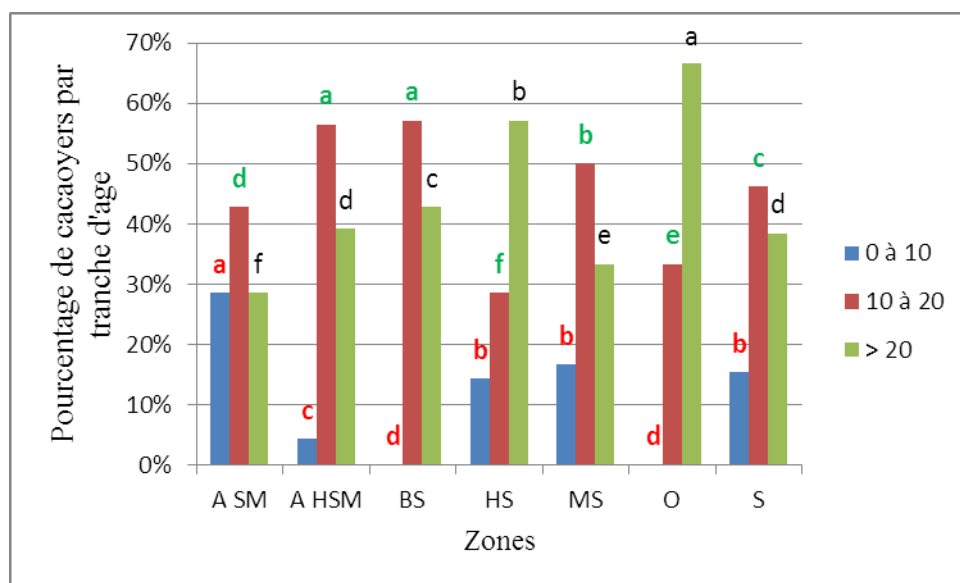


Figure 10 : Tranche d'âge des cacaoyers selon les zones

A SM : Ambanja SOMIA ; MS : Moyen Sambirano ; S : Sud ; A HSM: Ambanja hors SOMIA; BS : Bas Sambirano ; HS : Haut Sambirano ; O : Ouest

VII- Etat végétatif de la frondaison

1. État végétatif de la frondaison des cacaoyers suivant les zones

La figure 11 montre la proportion de l'état végétatif des frondaisons des cacaoyers pour chaque zone. L'analyse de la figure que l'état de la frondaison des cacaoyers est significativement différent suivant les zones. Les cacaoyers à très bonne frondaison sont plus représentés dans le Sud (38%). Ils sont rares dans l'Ambanja hors SOMIA. Cependant cette zone a la plus forte proportion d'arbres à bonne frondaison (56%). Ils sont nuls à l'Ouest. Ceux à frondaison moyenne sont plus rencontrés dans le Haut Sambirano (57%). Les cacaoyers à frondaison réduite représentent environ 28% dans le Bas et Haut Sambirano. Ils sont rares dans le Sud. Dans l'Ouest, 33,3% a la frondaison dégradée.

Vu que les arbres d'ombrage dans le Sud sont abondants, cette zone a la plus forte proportion de cacaoyers à frondaison très bonne. Dans l'Ouest, aucun arbre d'ombrage n'est trouvé dans 33,3% des placettes recensés. Ainsi tous les cacaoyers y sont à frondaison dégradée.

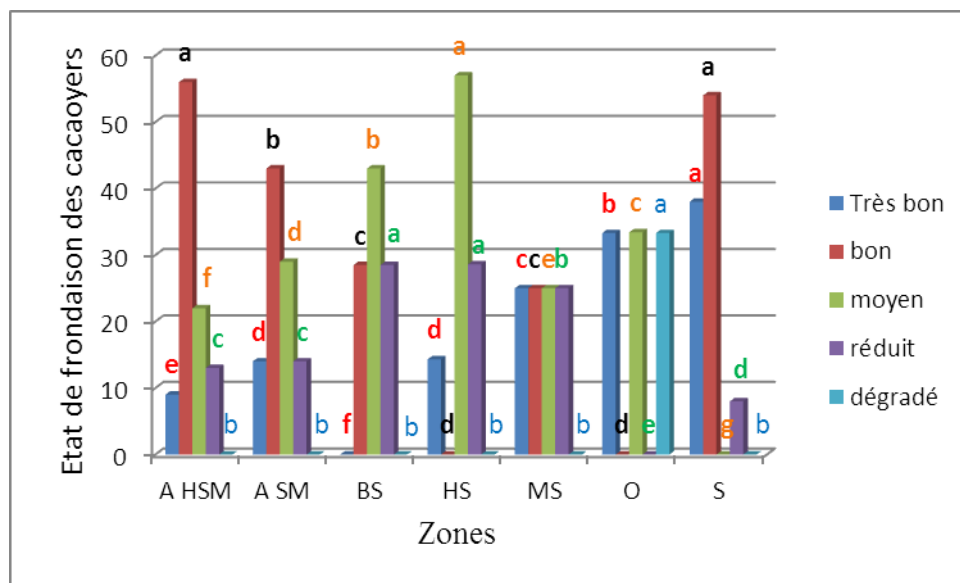


Figure 11 : Proportion des états végétatifs des cacaoyers selon les zones

A SM : Ambanja SOMIA ; MS : Moyen Sambirano ; S : Sud; A HSM: Ambanja hors SOMIA; BS : Bas Sambirano ; HS : Haut Sambirano ; O : Ouest

Les valeurs suivies de la même lettre ne présentent pas une différence significative d'après le test de Fisher au seuil de 5%.

2. Relation entre état végétatif des frondaisons et productivité

2.1. Productivité de cherelles et cabosses

La figure 12 présente la productivité moyenne en cherelles et en cabosses par arbre en fonction de l'état de la frondaison. L'analyse de cette figure montre une différence significative tant pour la productivité en cherelles que la productivité en cabosses en fonction de l'état de frondaison. Pour la productivité en cherelles, le cacaoyer à frondaison réduite donne la meilleure productivité (10 par arbre). Celui à frondaison dégradée ne donne aucune productivité. Quant à la productivité en cabosses, l'état de frondaison très bon donne la meilleure productivité en cabosses (12 cabosses par arbre). Le cacaoyer à frondaison dégradée ne donne aucune productivité.

La productivité en cabosses est en relation avec l'état de la frondaison. Les cacaoyers à frondaison très bonne ont la meilleure productivité en cabosses. Ceux dont les feuilles sont dégradées ne donnent aucune production.

Les cacaoyers avec une frondaison réduite ont la meilleure productivité en cherelles. Ceci est contradictoire à celui de production en cabosses dans lequel les cacaoyers à frondaison très

bonne produisent beaucoup plus de cabosses. Ainsi beaucoup de cherelles sont avortées et ne transforment pas en cabosses par le fait d'une surface foliaire réduite qui ne permet pas la bonne nutrition des jeunes fruits (shedding physiologique).

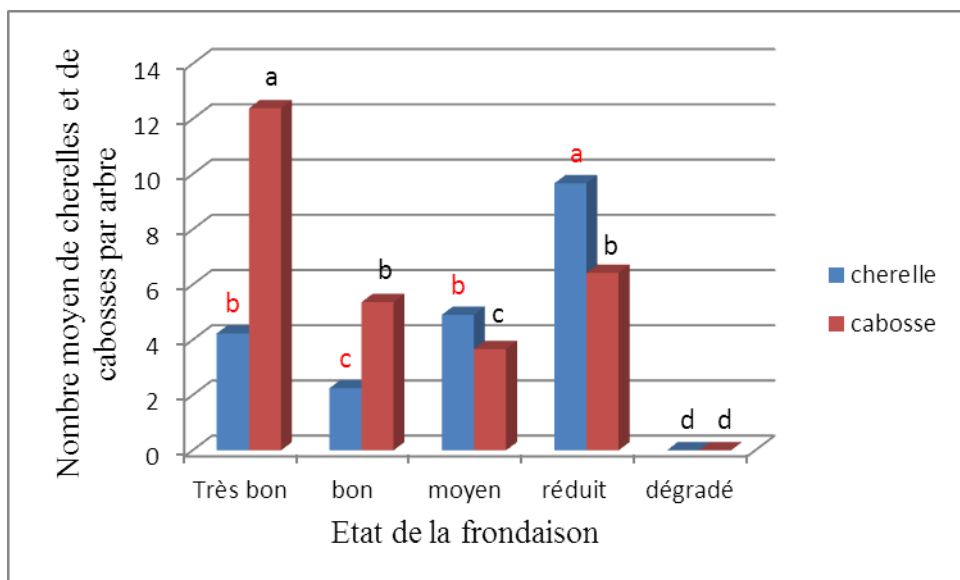


Figure 12 : Nombre moyen de cherelles et de cabosses par arbre en fonction de l'état de la frondaison

VIII- La luminosité

Effet de la luminosité sur la productivité des cacaoyers

Comme la luminosité est exprimée en pourcentage, les valeurs sont vastes et la représentation de graphe n'est pas possible. L'analyse de variances montre que la luminosité n'affecte pas la productivité de cabosses et de cherelles de cacaoyers ($p=0,9$).

Normalement, la luminosité affecte la productivité. La différence du moment de maturation des cabosses et la pratique de vol pouvaient modifier l'évaluation.

IX-Productivité

1. Productivité en cabosses et cherelles par ha suivant les zones

La figure 13 montre la variation de la charge en cabosses et cherelles par ha suivant les zones. D'après le test de Fischer par ANOVA, la productivité en cabosses et en cherelles suivant les zones présente une différence significative. Le Bas Sambirano présente la meilleure productivité (13360 cabosses et cherelles par ha). L'ouest a la plus faible productivité (2877

cabosses et cherelles par ha). Le Bas Sambirano avoisine le fleuve de Sambirano, donc ce sont des zones des sols alluviaux, de textures souvent sablo-limoneuse, ainsi ayant des bonnes perméabilités et fertilité.

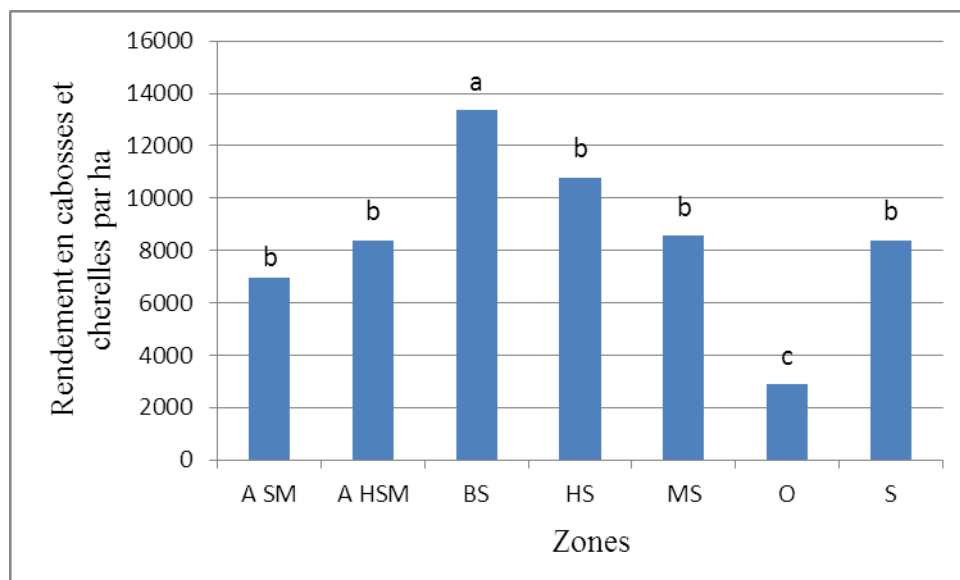


Figure 13 : Productivité en cabosses+cherelles par ha selon les zones

A SM : Ambanja SOMIA; A HSM: Ambanja hors SOMIA; BS : Bas Sambirano ; HS : Haut Sambirano ; MS : Moyen Sambirano ; O : Ouest; S : Sud

Les valeurs suivies de la même lettre ne présentent pas une différence significative d'après le test de Fisher au seuil 5%.

2. Productivité en cabosses et en cherelles par ha suivant les opérateurs

La productivité en cabosses et en cherelles par ha selon les opérateurs est donnée dans la figure 14. D'après cette figure, il semble que les paysans indéfinis ont la meilleure productivité (1100 cabosses+ cherelles par ha) et la SOMIA a la plus faible productivité (700 cabosses+ cherelles par ha). Mais d'après l'analyse des variances, aucune différence n'est observée entre la productivité en cabosses+cherelles par ha suivant les opérateurs

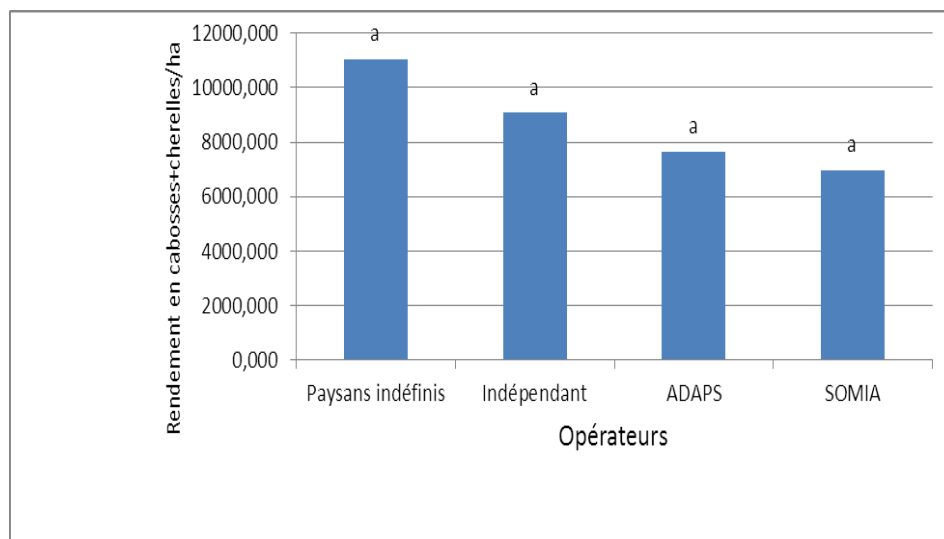


Figure 14: Productivité en cabosses+cherelles par ha selon les opérateurs

ADAPS : Association pour le développement de l'agriculture et du paysannat du Sambirano

SOMIA : Société malgache d'industrie et d'agriculture

X- Le procédé post- récolte de cacao dans le Sambirano

Pendant la récolte, les cabosses qui ont atteint leur maturité (changement de couleur du cortex) sont détachées de l'arbre en coupant le pédoncule.

Après la récolte s'enchaînent l'écabossage, le tri, la fermentation, le séchage, le triage et le stockage. :

- L'écabossage consiste à extraire les fèves entourées de mucilage de la cabosse. Il est effectué manuellement.

- Le tri est utilisé pour éliminer les fèves immatures ou surmatures.

- La fermentation : au cours de la fermentation, les fèves sont recueillies et amassées dans des récipients percés (sac, bidon, bacs en bois,...). Les fèves sont recouvertes parfois, de sac de jutes ou de feuilles de bananier pour maintenir la température. Des brassages réguliers peuvent être effectués selon les producteurs. Le temps de fermentation varie, selon les procédés, de 2 à 6 jours. Le but de la fermentation est de réduire le mucilage, de tuer l'embryon pour empêcher toute germination et de provoquer des réactions chimiques et enzymatiques dans les graines pour obtenir les précurseurs d'arômes. La saveur amère de fèves s'adoucit et la couleur de l'amande se modifie pour devenir marron foncée sauf pour la variété criollo qui garde la couleur claire.

- Le séchage : ce procédé consiste à arrêter la fermentation et permet d'abaisser la teneur en eau pour un bon stockage des fèves. La durée de séchage dépend évidemment des conditions climatiques mais demande en général de 8 à 15 jours. Le séchage solaire consiste à exposer les fèves au soleil sur des aires en ciment, des claies surélevées. Le séchage artificiel est aussi rencontré à la société industrielle. Un cacao bien sec doit avoir une hygrométrie moins de 8%.

- Le triage et le stockage : après le séchage, les fèves peuvent être triées.

XI-Les acteurs du procédé post récolte du cacao dans le Sambirano

Les acteurs de la filière cacao sont nombreux dans le district d'Ambanja. La filière dite classique du producteur de cacao vers la société exportateur interpose beaucoup d'intermédiaires. Le cacao est vendu par les producteurs à des petits, moyens ou grands collecteurs (selon le volume de cacao brassé par an) à l'état frais ou après séchage. Les paysans producteurs qui négocient directement avec les exportateurs sont rares, alors que les coopératives et certaines sociétés productrices négocient directement avec les exportateurs ou ils font directement l'exportation (Figure 19).

Le plus souvent, les producteurs vendent le cacao frais ou fermenté non trié et insuffisamment séché. Le sous collecteur aide le petit collecteur à ressembler le cacao frais. Le petit et moyen collecteur achètent, transforment et vendent le cacao fermenté non trié et à peine séché. Le grand collecteur achète le cacao frais ou sec, effectue la fermentation et le séchage et accomplit la fin du séchage, le travail de triage et de conditionnement.

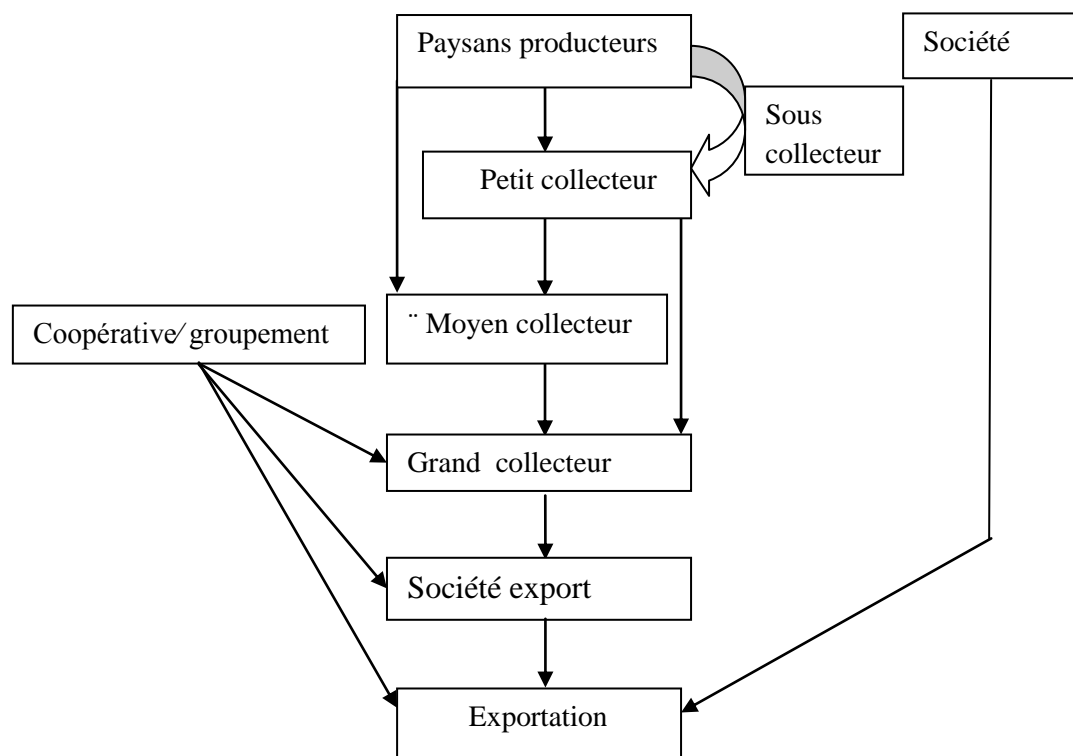


Figure 19 : Organisation type de la filière cacao de la zone du Sambirano

XII- Le cacao marchand dans la zone du Sambirano

Dans la zone du Sambirano, le cacao marchand est classé sous deux catégories commerciales : le cacao de qualité moindre, appelé « standard », qui veut dire une fermentation de courte durée, pas de tri, séchage insuffisant et le cacao de qualité supérieure, appelé « supérieur » . Dans ce cas, les cabosses sont récoltées à maturité, les fèves sont séparées du rachis, celles qui sont pourries sont triées et 5 à 6 jours de fermentation avec des brassages réguliers. La plupart des lieux de transformation produit du cacao « standard ». Le facteur majeur qui pousse les transformateurs à faire du cacao standard est aussi un besoin rapide de retour d'argent d'où une transformation post récolte accélérée.

Ainsi les techniques de fermentation recommandées par la vulgarisation pour obtenir de la qualité supérieure ne sont pas suivies. Voici une liste des actions recensées chez des collecteurs, paysans, sociétés dans le Sambirano qui peuvent être une dérive du procédé préconisé et dans d'autre cas une adaptation voulue pour répondre à la demande du marché :

- pas de couverture sur le cacao (tissu en jute ou feuilles de bananier)
- pas de brassage

- réduction de plus de moitié du temps de fermentation
- réduction du temps de séchage
- pas d'extraction des rachis,
- pas de tri des fèves pourries, immatures
- fermentation dans divers contenants pour s'adapter à des petites productions : bidon troué ou non, sac, panier en rafia, petite caisse en bois
- mélange de cacao frais et de cacao en cours de fermentation
- pas de raclage des bacs ou des murs de cabane, pas de lavage des sacs
- mélange, sur la zone de séchage, de cacao partiellement sec et de cacao en sortie de fermentation

Dans le Haut Sambirano, les producteurs transforment eux même et vendent en sec aux plus grands collecteurs ou bien vendent en frais à un collecteur proche qui effectue la fermentation et le séchage sur place. Les procédés de fermentation dans des sacs sont surtout retrouvés ou bien dans le cas de certaines coopératives dans un bac unique ou dans des bacs en cascade. Dans le Bas Sambirano, le Sud, l'Ouest, la périphérie d'Ambanja, l'accès aux grandes sociétés et aux exportateurs est plus facile (route cimentée, temps de transport court). Ainsi, les producteurs préfèrent vendre en frais (entrée d'argent rapide et travail moindre) à de plus grands collecteurs. Cependant, quelque procédé de fermentation par sac, bac cloisonné et bacs en cascade est observé.

XIII- Les ressources variétales du Sambirano

La première variété de cacao introduite la fin du 19^{ème} siècle et commercialisée à Madagascar fut la variété criollo. Les cacaoyers de variété forastero furent introduits 10 à 15 ans plus tard. Cette variété est aussi appelé Tamatave à Madagascar. Des variations de couleurs de fèves sont trouvées du fait de l'allogamie au sein d'une même cabosse. Des fèves claires caractéristiques de criollo, des fèves violettes caractéristiques de forastero et des fèves de couleur intermédiaire (clair et moyen) de type trinitario (Figure 20).

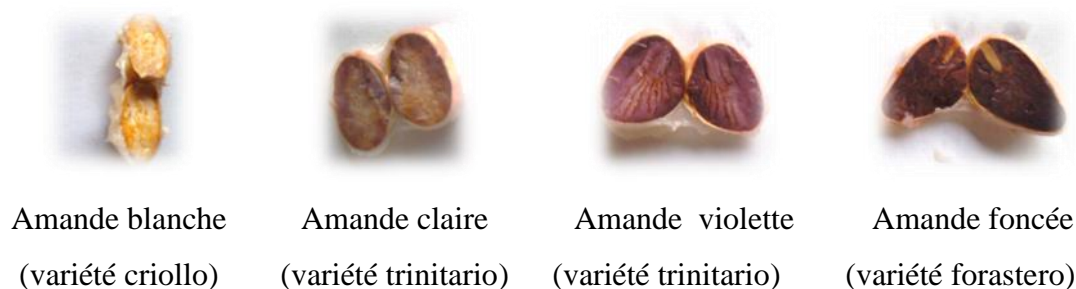


Figure 20 : Échelle de couleur des amandes de cacao frais différenciant les variétés de cacao

Les coupes longitudinales de plusieurs lots de 50 fèves sélectionnées aléatoirement dans différents vergers de la zone de Sambirano montrent une nette proportion de variété trinitario, une présence non négligeable de fèves blanches type criollo et la présence d'environ une fève sur trois foncée type forastero (Tableau 3). Cette forte présence de fèves à cotylédon clair, de type criollo et trinitario, explique le potentiel qualitatif du cacao malgache.

Tableau3 : Pourcentage de fèves de variété criollo, trinitario, ou forastero retrouvé dans les vergers du domaine de Sambirano

Variété Zone	% blanche variété criollo	% claire variété trinitario	% légèrement violette variété trinitario	% foncée variété forastero
Haut Sambirano	0	[0-3]	[57-66]	[32-42]
Bas Sambirano	[4-5]	[1-20]	[42-47]	[31-35]
Parcelles Paysannat	[2-4]	[9-12]	[46-51]	[36-40]
Parcelles SOMIA	[4-7]	[22-28]	[41-48]	[22-28]

XIV- Teneurs en polyphénols au cours de la fermentation de cacao

La figure 21 montre l'évolution des teneurs en polyphénols au cours de la fermentation. La teneur en polyphénols diminue au cours de la fermentation mais ne disparaît pas complètement. Ainsi au cours de la fermentation, les polyphénols sont dégradés. En

paysannat une fermentation en sacs lorsqu'elle est bien conduite sur des durées équivalentes à celles des groupes industriels permet d'obtenir des fermentations identiques, confirmé par la teneur en polyphénols qui est un indicateur de qualité de la fermentation.

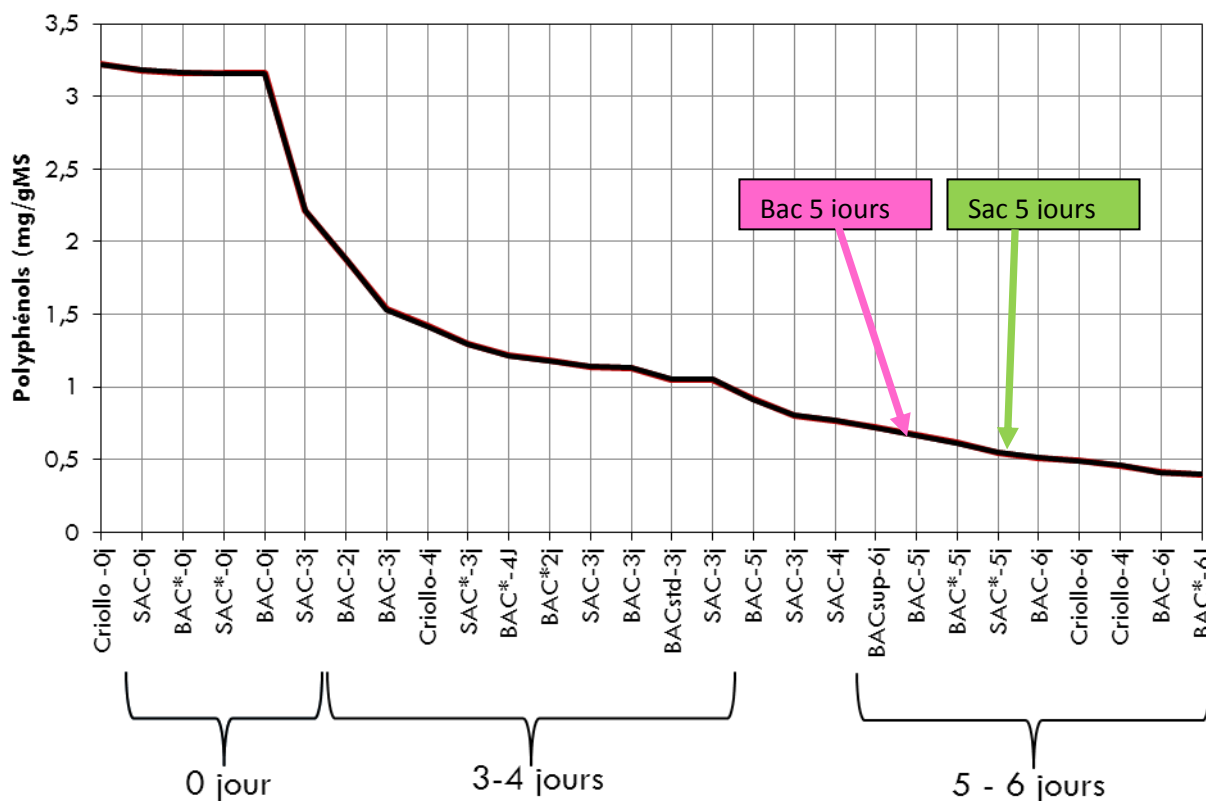


Figure 21 : Evolution des teneurs en polyphénols au cours de la fermentation de cacao

XV- Teneur en théobromine et en caféine

La teneur en théobromine et en caféine (composés amers de la famille des méthylxanthines) varie selon les échantillons. La Figure 22 représente le ratio théobromine/ caféine en fonction de la teneur en caféine de cacao type forastero de Cote d'Ivoire, trinitario, de Trinidad, criollo de Venezuela et de La Réunion et le cacao de Madagascar. Celui-ci montre la potentielle de qualité des cacaos du Sambirano, les cacaos malgaches correspondent aux échantillons prélevés d'avril à juin 2013 dans le Sambirano. Ce potentiel de cacao d'excellence est confirmé par le rapport théobromine/caféine en fonction de la teneur en caféine.

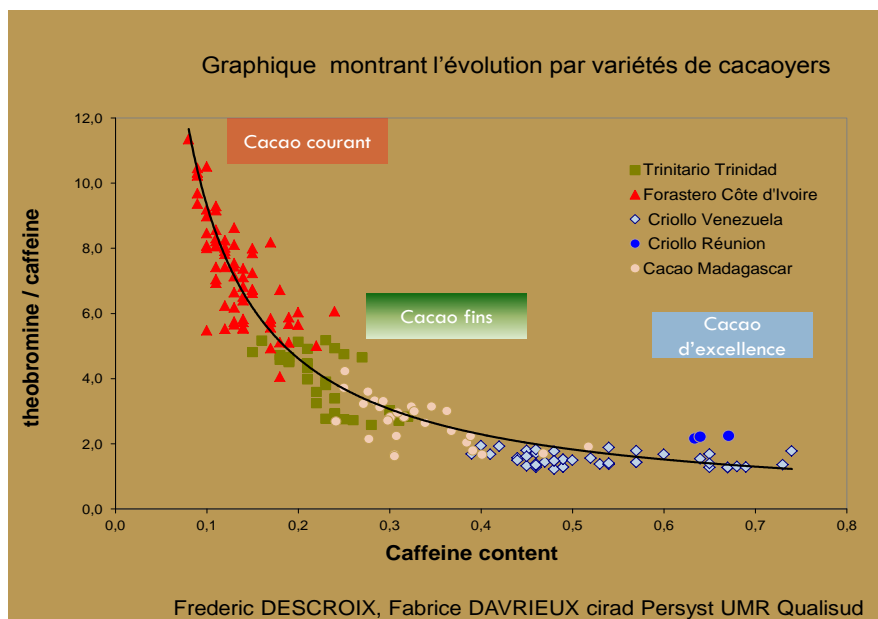


Figure 22 : Rapport entre la théobromine et la caféine en fonction de la teneur en caféine de trinitario (Trinidad), de forastero (Cote d'Ivoire), de criollo (Venezuela), de criollo (La Réunion) et de Cacao de Madagascar

Cette étude réalisée sur 3 mois (Avril, Mai, Juin) ne permet pas de faire un diagnostic complet de la situation des cacaoyères dans le Sambirano, en particulier pour la production des vergers. Elle a cependant le mérite de montrer

1. que les paysans, bien que sans encadrement depuis de nombreuses années et avec peu de moyens financiers, excepté dans les zones Ouest et Bas Sambirano, replantent des cacaoyers. Ce qui montre l'intérêt de cette production dans les zones éloignées des consommateurs qui ne permettent pas un écoulement régulier de produits frais.
2. que les paysans ne pratiquent pas systématiquement les associations culturales avec les cacaoyers. La pratique de ces associations est plus fréquente dans les zones à proximité d'Ambanja, dans l'Ouest et dans le Sud, zones pour lesquelles elles concernent plus de 60 % des placettes. Que l'association cacaoyers-caféiers n'est pas pratiquée dans le Haut Sambirano, l'Ouest, mais principalement dans le Bas Sambirano et autour d'Ambanja. Les surfaces allouées aux autres productions par ha de cacaoyers représentent un maximum de 8% de la surface excepté dans l'Ouest où elle représente 16 %. Les bananiers représentent un cas particuliers car si c'est une production vivrière, elle n'est cultivée que dans le cas de plantation comme ombrage

provisoire en attendant la croissance des arbres d'ombrage. Ainsi hors bananiers le pourcentage de placettes associant les cacaoyers et les cultures vivriers correspondent à 0 % Haut Sambirano, 14 % Moyen Sambirano, 28 % Bas Sambirano, 33 % Ouest, 34 % Sud, 40 % Ambanja hors SOMIA, 34 % Ambanja SOMIA et 60% dans le Sud.

3. le bon potentiel productif des cacaoyers et la capacité à produire en paysannat des cacaos de qualité sont au moins équivalentes à ceux du groupe industriel. Ces résultats contredisent les affirmations reprises dans les rapports depuis plusieurs décennies qui annoncent que les paysans ne produisent que des cacaos de moindre qualité. ils prouvent ainsi qu'il est possible en paysannat d'obtenir des productivités et des produits de grande qualité avec des procédés différents des modèles industriels. Procédés industriels qui nécessitent la cueillette d'un grand nombre de cabosses/jour pour pouvoir remplir les bacs et ainsi assurer une bonne fermentation. Toutefois les procédés mis en œuvre par les paysans et les collecteurs doivent être rigoureusement appliqués pour obtenir une bonne fermentation (5 à 6 jours). Des fermentations de 2 à 3 jours posent le problème de la valorisation qui découle de la demande plus importante en cacao de qualité standard. Ce produit moins valorisé incite les collecteurs à ne réaliser qu'une partie du procédé pour limiter les coûts de production du produit.

QUATRIEME PARTIE : DISCUSSIONS

Si tels sont les résultats d'étude, certains points méritent d'être discutés.

Arbres d'ombrage

D'après les propriétaires des plantations, les arbres d'ombrage idéals pour la cacaoculture sont *Samanea saman* (Bonara mamy) et *Albizia lebbeck* (Bonara gasy). En effet ils donnent un feuillage dense et un ombrage important (GNAHOUA et al, 2012). De plus, ce sont des légumineuses qui ont le pouvoir fertilisant pour le sol. Ceci est en accord avec le rapport de certains auteurs qui ont montré que la présence de certaines espèces végétales notamment de la famille des Fabaceae permet la fixation d'azote atmosphérique et contribue ainsi à augmenter les rendements du système de culture (RICE and GREENBERG, 2000). Des arbres entrent en compétition avec les cacaoyers comme le *Ceiba pentadra* qui développe d'essences hôtes des bio-agresseurs qui affectent à la fois le rendement des cacaoyers et des espèces végétales associées (SCHROTH et al, 2007).

Texture du sol

Dans cette étude, les textures du sol favorables à la productivité de cherelles et de cabosses étaient argilo-sableuse et limon argileuse. Kassin (2009) a trouvé au centre Ouest de la Côte d'Ivoire que la texture sableuse constitue une contrainte sous les climats relativement secs (pluie < 1350 mm). En effet, sur ce type de sol, l'eau n'est plus disponible dès que les pluies cessent. Quand la pluie est importante, une terre sableuse peut être choisie, s'il n'existe aucun risque de saison sèche sévère. Mossu en 1990 a rapporté qu'un sol très sableux peut être acceptable surtout s'il est bien pourvu en matière organique, mais une texture sablo-argileuse est toujours préférable.

Luminosité

D'après le diagnostic sur terrain, l'excès de la luminosité entraîne la dégradation des cacaoyers. Pendant le stage, la luminosité n'affectait pas la productivité. Certains auteurs ont rapporté que la quantité de lumière, les températures et les mouvements d'air dans la cacaoyère sont modifiés par l'ombrage et qui affecte ainsi la photosynthèse, la croissance et le rendement du cacaoyer (DE ALMEIDA et VALLE, 2007 ; ZUIDEMA et al. 2005). Vernon (1967) a aussi montré qu'une relation linéaire entre le rendement du cacaoyer et la lumière disponible dans la gamme de 30 à 60% du plein soleil.

Productivité

Au cours du stage, la productivité varie suivant les zones. Par contre aucune différence significative n'est trouvée entre celle des opérateurs. En effet, les modes de culture et d'entretien de paysans ne diffèrent pas ceux de la société industrielle. Ainsi, la productivité est surtout influencée par les facteurs pédologiques et écologiques.

La productivité de cacaoyers est aussi affectée par l'âge. Comme illustration dans cette étude, l'Ouest est moins productif par rapport aux autres zones. En effet 66% de cacaoyers ont plus de 20 ans. Ceci est en accord avec les données de Wood and Lass (1985). Le cacaoyer produit ses premiers fruits entre 2,5 et 4 ans d'âge. Il atteint son plein rendement entre 6 et 7 ans puis son plein développement et son rendement maximum autour de 8 à 10 années.

Beaucoup de cherelles ont été avortées et n'ont pas été transformées en cabosses. Ceci pourrait être dû à la réduction d'une surface foliaire qui ne permet pas ainsi la bonne nutrition des jeunes fruits (shedding physiologique). En 2011, Deheuvels a montré que le dessèchement des jeunes fruits affecte 20 à 90 % des cherelles à la fin du deuxième mois de leur existence. Ce dessèchement a pour origine des mécanismes de régulation physiologique notamment : le seuil de flétrissement différentiel, l'incompatibilité et la limitation de la fructification par effet de compétition entre fruits.

Qualité des produits

Une nette diversité des cacaos est trouvée dans la zone de Sambirano. Cette diversité est due premièrement à l'hétérogénéité de la matière première par la diversité variétale (criollo, trinitario, forastero). Ngangue Latta (2011) a confirmé que la couleur des cotylédons des fèves est héritée du traitement post récolte et de la variété du cacao.

La dégradation des polyphénols a lieu au cours de la fermentation du cacao. Autrement dit, plus le temps de fermentation est long, plus la teneur en polyphénols diminue. Pettipher (1986) et Tagro (2007) ont montré qu'au cours de la fermentation, les polyphénols forment des complexes avec les protéines. Lors du séchage, des polyphénols sont perdus par diffusion hors des cotylédons.

Le ratio théobromine/caféine en fonction de la teneur en caféine semble corrélér au pourcentage des fèves claires. Comparé aux valeurs du ratio des forastero en Afrique de l'Ouest qui est entre 10 et 16. Tous les échantillons du Sambirano ont un ratio beaucoup plus

faible inférieur à 4,5. Ceci est principalement dû à un effet génétique trinitario car ce sont des teneurs beaucoup plus proches des criollo et éloignées des forastero (BOUSQUET, 2013).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude avait pour objectif de caractériser les dispositifs de plantations dans les différentes structures de productions et de déterminer les éléments pour l'amélioration quantitative et qualitative de la production.

Elle a permis de faire un diagnostic partiel de la situation de plantations de cacaoyers suivant les opérateurs et les zones dans le Sambirano et un début d'appréciation de la qualité des produits.

Suivant les zones, les arbres d'ombrage sont plus rencontrés dans le Bas Sambirano (200 arbres/ha).

Les paysans excepté ceux dans les zones Ouest et Bas Sambirano, replantent des cacaoyers. Les associations culturales avec les cacaoyers ne sont pas systématiquement pratiqués par les paysans. La pratique de ces associations est plus fréquente dans les zones à proximité d'Ambanja, dans l'Ouest et dans le Sud, zones pour lesquelles elles concernent plus de 60 % des placettes.

Le Sud est favorable pour la frondaison des cacaoyers. Le Bas Sambirano présente le meilleur rendement en cabosses et cherelles.

Suivant les opérateurs, les arbres d'ombrage sont plus fréquents pour les paysans membres de l'ADAPS (180 arbres/ha). La surface moyenne des cultures associées ainsi que les rendements en cabosses+cherelles par ha ne sont pas significativement différents.

Ainsi, le bon potentiel productif des cacaoyers et la capacité à produire des cacaos de qualité en paysannat sont équivalents à ceux du groupe industriel.

Le sol à textures argile sableuse et limon argileuse est plus productif. L'excès de la lumière entraîne la dégradation de cacaoyers.

La filière de cacao relève de nombreux acteurs, qui interviennent de la récolte jusqu'à l'exportation. Trois procédés de fermentation sont majoritairement appliqués : un procédé de fermentation en sac, un procédé de fermentation dans des bacs cloisonnés et un procédé dans des bacs en cascade. Ceux-ci aboutissent à deux catégories de cacao standard et supérieur.

Une nette diversité des cacaos est trouvée dans la zone de Sambirano. Elle est due premièrement à l'hétérogénéité du matériel végétal (criollo, trinitario, forastero). L'importance de fèves claires (22% en moyenne, variété criollo et trinitario à fève claire) attesté par le ratio théobromine- caféine confirme le potentiel de cacao malgache.

Donc, il est possible en paysannat d'obtenir des productivités et des produits de grande qualité avec des procédés différents des modèles industriels.

Des comptages pendant plusieurs années permettraient d'évaluer l'impact des facteurs biotiques et les différences sur la production annuelle de cabosses par ha. A ce moment-là, les variations saisonnières qui peuvent être occasionnées non seulement par les données climatiques mais aussi par la variété de cacaoyers seraient considérées.

Dans le futur, il serait nécessaire d'engager des programmes d'augmentation de la productivité des vergers et d'amélioration de la qualité du cacao dans les paysannats.

Pour la qualité des produits, un programme de recherche serait indispensable pour améliorer et pérenniser la qualité du cacao malgache par la sélection de matériel végétal adéquat accompagnée de procédés pré et post- récoltes appropriés qui sont susceptibles d'être facilement adoptés par les producteurs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES
ET WEBOGRAPHIES

Références bibliographiques

BOUSQUET, E. 2013. Caractérisation et éléments de différenciation des cacaos dans la vallée du Sambirano à Madagascar. Mem. Diplôme d'Ingénieur en Systèmes agricoles et Agroalimentaires durables au Sud. SupAgro Montpellier. 30p

DAVRIEUX F., R. BOULANGER, S. ASSEMAT, E. PORTILLO, C. ALVAREZ, D.A. SUKHA and E. CROS. 2007. Determination of biochemistry composition of cocoa powder using near infrared spectroscopy. In: SFC. *Proceedings of Euro Food Chem XIV: Food quality, an issue of molecule based science, Paris, 29-31 August 2007*. Paris: SFC. International Conference Euro Food Chem on Chemistry of food, molecular gastronomy and chemistry of food processing. pp. 463-466

DE ALMEIDA, A.A.F. and R.R. VALLE. 2007. Ecophysiology of the cacao tree. *Plant Physiology.*, 19(4) : 425-448.

DEHEUVELS, O. 2011. Compromis entre productivité et biodiversité sur un gradient d'intensité de gestion de systèmes agroforestiers à base de cacaoyers de Talamanca, Costa Rica. Thèse de doctorat. Agronomie. Sup Agro Montpellier. 185p

DESCROIX F. 2012. Expertise de la zone caféière de Bealanana et de la zone cacaoyère d'Ambanja, 01 au 15 décembre 2012. Rapport multigraphié, 15 p.

DESCROIX F. 2013 a. Mission pour installation des stagiaires dans la zone cacaoyère d'Ambanja, 10 au 21 avril 2013. Rapport multigraphié, 5 p.

DESCROIX F. 2013 b. Suivi et appui aux stagiaires dans la zone cacaoyère du Sambirano. Collaboration entre le DP « Biodiversité et Forêts » de Madagascar et le DP « Co-construction de la qualité agroalimentaire » de La Réunion pour la filière poivre sauvage et les cultures en agroforesterie, 28 mai au 9 juin 2013. Rapport multigraphié, 11 p.

GNAHOUA, G.M., K. OUALLOU and P. BALLE. 2012. Fast growing leguminous species as shade trees in cocoa replanting in semi deciduous forest area of Cote d'Ivoire.

INAFORESTA Symposium Cocoa based Agroforestry: Sustainability and environment. 21-22 October 2012. Yaoundé.

HUMBERT, H. 1965. Description des types de végétation. pp. 46-78. In Humbert, H. et Cours-Darne, G. (eds.). *Notice de la carte de Madagascar*. Trav. Sect. Sc. et Techn. Inst. Fr., Pondichéry, h.s. n°6.

JAGORET, P., I. MICHEL-DOUNIAS and E. MALEZIEUX. 2011. Long-term dynamics of cocoa agroforests: A case study in central Cameroon. *Agroforestry Systems*, 81 (3): 267-278.

KASSIN, K.E. 2009. Etude des conditions pédoclimatiques pour la replantation cacaoyère dans le centre Ouest de la Cote d'Ivoire : cas des départements de Divo et de Gagnoa. Thèse de Doctorat en Agropédologie. Université d'Abidjan-Cocody. 167p

KOECHLIN J., J.L. GUILLAUMET et P. MORAT. 1974. Flore et végétation de Madagascar. *Vauduz*. 687p.

MOSSU, G. 1990. Le cacaoyer. Editions Maisonneuve et Larose, Paris. 159p

NGANGUE LATTA, T. A. 2011. Détermination des caractéristiques physico-chimiques et évaluation des teneurs en polyphénols totaux des fèves de *Theobroma cacao* de la localité de Mbalmayo. Mém. Diplôme de Professeurs de l'Enseignement Secondaire Deuxième Grade (Di. P. E. S. II). Univ. Yaoundé. 68p

PETTIPHER G. L., 1986. An improved method for the extraction and quantification of anthocyanin in cocoa beans and its use as an index of the degree of the fermentation. *J. Sci. Food Agric.* 37: 289- 296.

RAFEHIMANANA, R. A. 2013. Sécurisation foncière autour des réserves indigènes à Ambanja. Mém. DEA en Géographie. Univ. Antananarivo. 88p

RAKOTOMAHARO, P. 1973. Culture du cacaoyer en milieu paysanal dans le Sambirano. Mémoire de fin d'études. ENSA, Agriculture, Antananarivo.

RANDRIANIRINA, M. 2008. Etude de faisabilité de projet paysan de régénération de cacaoyères dans le district d'Ambanja. Mém. Diplôme d'Ingénieur Agronome en Eaux et Forêts. Univ. Antananarivo. 75p

RAZES, M. 2008. Analyse diagnostic de l'agriculture de la vallée du Haut Sambirano, région cacaoyère du Nord- Ouest de Madagascar. Mém. Diplôme d'Agronomie Approfondie en Développement agricole. AgroParisTech. 65p

RICE, R.A. and R. GREENBERG. 2000. Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. *Ambio*. 29(3): 167-173.

SCHROTH, G. and C. A. HARVEY. 2007. Biodiversity conservation in cocoa production landscapes: overview. *Biodivers. Conserv.* , 16(8): 2237-2244.

TAGRO, S., D. N'DRI, P. NIAMIEN, MANIZAN, R. KOFFI, B. KOFFI and M.YAO. 2008. Comparison of the degree of fermentation and fungal profiles of raw cocoa beans. *African Journal of Food Science*. 2 (10): 112-118.

VERNON, A. J. 1967. Yield and light relationship in cocoa. *Trop. Agric.* 44: 223- 228

WOOD, G.A.R. and R.A. LASS. 1985. Cocoa. Ed. Longman Group Ltd, Essex. Tropical Agriculture Series. 620pp.

ZUIDEMA, P.A., A.F. LEFFELAAR, W. GERRITSMA, K. MOMMER and N. P. R. ANTEN. 2005. A physiological production model for cocoa (*Theobroma cacao*): model presentation, validation and application. *Agriculture System.*, 84: 195-225.

Webographie

[http : //www. agriculture. gov. mg/pdf/cacaoyer. Pdf](http://www.agriculture.gov.mg/pdf/cacaoyer.Pdf)

[http: // www. cirad. Fr](http://www.cirad.fr)

<http://www.portail-du-chocolat.fr/les-cacaoyers>

[http:// fr.wikipedia.org/wiki/cacaoyer](http://fr.wikipedia.org/wiki/cacaoyer)

Cours donnés au DBEV

RAZAFINJARA, A. L. (2012), Ecopedologie

ANNEXES

Annexe 1 : Nombre moyen des arbres d'ombrage selon les zones et les opérateurs

Zone	Operateurs	Nombre moyen d'arbres d'ombrage par placette	Nombre moyen d'arbres d'ombrage par ha
S	Indépendant	1	150
A HSM	Indépendant	1	125
A HSM	ADAPS	2	200
A HSM	Inconnu	2	200
A HSM	ADAPS	2	210
S	ADAPS	1	125
BS	ADAPS	2	200
BS	Inconnu	3	300
MS	Inconnu	1	100
MS	ADAPS	1	133
BS	Indépendant	2	200
A HSM	Indépendant	1	100
HS	Inconnu	1	75
MS	Inconnu	1	50
S	Inconnu	1	133
O	Inconnu	1	50
O	Indépendant	1	100
HS	Indépendant	1	100
HS	Inconnu	1	50
A SM	SOMIA	1	123

A HSM : Ambanja hors SOMIA ; ASM : Ambanja SOMIA ; BS : Bas Smbirano ; HS : Haut Smbirano ; MS : Moyen Smbirano ; O : Ouest ; S : Sud

ADAPS : Association pour le développement de l'agriculture et du paysannat du Smbirano ;
SOMIA : Société malgache d'industrie et d'agriculture

Annexe 2 : Cultures associées selon les zones et les opérateurs

Zone	Opérateurs	Surface moyenne des cultures associées par ha (m ²)
BS	ADAPS	0
BS	Inconnu	200
BS	Indépendant	1400
HS	Inconnu	0
HS	Indépendant	0
MS	ADAPS	0
MS	Inconnu	16

Zones	opérateurs	Surface moyenne des cultures associées par ha (m ²)
O	Inconnu	150
O	Indépendant	4700
A HSM	ADAPS	610
HSM	Inconnu	600
HSM	SOMIA	878
S	ADAPS	350
S	Inconnu	233
S	Indépendant	398

A HSM : Ambanja hors SOMIA ; ASM : Ambanja SOMIA ; BS : Bas Sambirano ; HS : Haut Sambirano ; MS : Moyen Sambirano ; O : Ouest ; S : Sud

ADAPS : Association pour le développement de l'agriculture et du paysannat du Sambirano ;
SOMIA : Société malgache d'industrie et d'agriculture

Annexe 3: Productivité en cabosses et cherelles selon les zones et les opérateurs

Zone	Opérateurs	Productivité moyenne en cabosses et cherelles par pied	Productivité moyenne en cabosses et cherelles par ha
S	Indépendant	7	9207
A HSM	Indépendant	7	7236
A HSM	ADAPS	11	10371
A HSM	Inconnu	17	14644
A HSM	ADAPS	7	6721
S	ADAPS	8	7191
BS	ADAPS	20	14803
BS	Inconnu	8	5204
MS	Inconnu	16	16250
MS	ADAPS	4	3034
BS	Indépendant	6	13955
A HSM	Indépendant	8	8725
HS	Inconnu	15	12887
MS	Inconnu	15	16867
S	Inconnu	5	8359
O	Inconnu	9	3608
O	Indépendant	1	1415
HS	Indépendant	5	4725
HS	Inconnu	9	9625
A SM	SOMIA	8	6956

Annexe 4 : Hauteur et diamètre de cacaoyers selon les zones et les opérateurs

Zone	Opérateurs	Hauteur de cacaoyer (m)	Diamètre de cacaoyers (cm)
BS	ADAPS	7,9	15,5
BS	Inconnu	5,9	10,2
BS	Indépendant	5,7	10,9
HS	Inconnu	8,4	14,8
HS	Indépendant	8,8	15,9
MS	ADAPS	5,2	10,4
MS	Inconnu	5,7	11,2
O	Inconnu	7,25	16,75
O	Indépendant	2,1	12,8
A HSM	ADAPS	6	12,32
A HSM	Inconnu	6	13,4
A HSM	Indépendant	4,6	11,8
A HSM	SOMIA	4,8	11,3
S	ADAPS	7,8	13,5
S	Inconnu	6,5	12
S	Indépendant	5,6	10,42

A HSM : Ambanja hors SOMIA ; ASM : Ambanja SOMIA ; BS : Bas Sambirano ; HS : Haut Sambirano ; MS : Moyen Sambirano ; O : Ouest ; S : Sud

ADAPS : Association pour le développement de l'agriculture et du paysannat du Sambirano ;
SOMIA : Société malgache d'industrie et d'agriculture

Annexe 5 : Texture du sol, luminosité et productivité en cabosses et cherelles

Zone	Texture du sol	Luminosité moyenne sous cacaoyer (Lux)	Etat de la frondaison	Nombre de cabosses et cherelles par cacaoyer
S	L	< 1000	Très bon	13
S	L	5001-30000	Bon	2
S	L	< 1000	Très bon	7
S	L	< 1000	Très bon	11
S	AL	< 1000	Très bon	7
S	AL	< 1000	Bon	4,25
A HSM	S	< 1000	Moyen	6
A HSM	SL	1000-5000	Bon	4,25
A HSM	L	< 1000	Bon	11,5
A HSM	S	< 1000	Bon	8,25
A HSM	SL	1000-5000	Moyen	8,25
A HSM	SL	5001-30000	Réduit	13,25

Zone	Texture du sol	Luminosité moyenne sous cacaoyer (Lux)	Etat de la frondaison	Nombre de cabosses et cherelles par cacaoyer
A HSM	L	< 1000	Bon	17,25
A HSM	SL	> 30000	Bon	5,25
A HSM	SL	1000-5000	Bon	26,75
A HSM	SL	1000-5000	Bon	8
A HSM	S	> 30000	Réduit	21
A HSM	S	1000-5000	Bon	9
A HSM	S	> 30000	Moyen	7
A HSM	AL	< 1000	Très bon	10
A HSM	AL	5001-30000	Bon	9
A HSM	AL	< 1000	Bon	2
A HSM	AL	< 1000	Très bon	6
A HSM	AL	5001-30000	Bon	2
A HSM	SL	> 30000	Réduit	6
A HSM	SL	5001-30000	Bon	1
S	SL	> 30000	Bon	7
S	AL	> 30000	Bon	14
S	L	> 30000	Bon	6
S	L	> 30000	Très bon	4
BS	S	5001-30000	Moyen	24
BS	S	< 1000	Réduit	16
BS	S	1000-5000	Bon	8
MS	S	< 1000	Bon	16
MS	SL	< 1000	Moyen	5
MS	SL	< 1000	Réduit	6
MS	SL	< 1000	Moyen	0
BS	SL	5001-30000	Réduit	5
BS	SL	1000-5000	Bon	5
BS	S	5001-30000	Moyen	6
BS	S	> 30000	Moyen	10
A HSM	S	1000-5000	Bon	19
A HSM	SL	5001-30000	Moyen	7
A HSM	SL	> 30000	Moyen	0
HS	SL	< 1000	Réduit	24
HS	S	< 1000	Moyen	9
HS	SL	< 1000	Moyen	8
HS	AL	1000-5000	Réduit	18
MS	SL	< 1000	Bon	28
MS	SL	< 1000	Très bon	3
S	S	< 1000	Bon	2

Zone	Texture du sol	Luminosité moyenne sous cacaoyer (Lux)	Etat de la frondaison	Nombre de cabosses et cherelles par cacaoyer
S	S	< 1000	Bon	1
S	L	< 1000	Réduit	13
O	AL	1000-5000	Dégradé	0
O	AL	1000-5000	Très bon	17
O	SL	1000-5000	Moyen	1
HS	AL	< 1000	Très bon	5
HS	AL	< 1000	Moyen	10
HS	SL	5001-30000	Moyen	8
A SM	L	< 1000	Bon	23
A SM	S	5001-30000	Moyen	8
A SM	L	< 1000	Bon	4
A SM	L	< 1000	Bon	5
A SM	L	1000-5000	Moyen	6
A SM	SL	< 1000	Moyen	0
A SM	SL	< 1000	Très bon	19
A SM	L	< 1000	Moyen	7
A SM	L	< 1000	Moyen	1
A SM	L	1000-5000	Réduit	18
A SM	L	< 1000	Réduit	4
A SM	L	< 1000	Réduit	15
A SM	L	< 1000	Bon	13
A SM	SL	< 1000	Bon	1
A SM	L	< 1000	Très bon	9
A SM	SL	< 1000	Très bon	8
A SM	SL	< 1000	Bon	6
A SM	L	1000-5000	Bon	0
A SM	L	< 1000	Bon	0
A SM	L	< 1000	Bon	8
A SM	L	< 1000	Moyen	7

A HSM : Ambanja hors SOMIA ; ASM : Ambanja SOMIA ; BS : Bas Smbirano ; HS : Haut Smbirano ; MS : Moyen Smbirano ; O : Ouest ; S : Sud

As : argile sableuse ; L : limoneuse ; La : Limon argileuse ; S : sableuse ; Sl : sable limoneuse

Annexe 6 : Lieu, commune, âge supposé suivant les zones et les opérateurs

Commune	Lieu	Zone	Opérateur	Age supposé des cacaoyers
Ambanja	Antsahampano	A HSM	ADAPS	10 à 20
Ambanja	Antsahampano	A HSM	ADAPS	10 à 20
Antsakoamanondro	Anjavimilay	A HSM	ADAPS	10 à 20
Antsakoamanondro	Ankazokony	A HSM	ADAPS	> 20
Antsakoamanondro	Ankazokony	A HSM	ADAPS	> 20
Antsakoamanondro	Antsakoamanondro	A HSM	ADAPS	10 à 20
Ambanja	Ambalavelona	A HSM	ADAPS	10 à 20
Ambanja	Ambalavelona	A HSM	ADAPS	0 à 10
Ambanja	Ambalavelona	A HSM	ADAPS	10 à 20
Ambanja	Ambalavelona	A HSM	ADAPS	10 à 20
Ambanja	Antsahampano	A HSM	ADAPS	10 à 20
Ambanja	Antsahampano	A HSM	ADAPS	10 à 20
Ambanja	Anjavimilay	A HSM	ADAPS	10 à 20
Ambanja	Anjavimilay	A HSM	ADAPS	10 à 20
Antranonkarany	Ampamakia	S	ADAPS	10 à 20
Antranonkarany	Ampamakia	S	ADAPS	10 à 20
Antranonkarany	Befitina	S	ADAPS	10 à 20
Antranonkarany	Befitina	S	ADAPS	> 20
Ambodimanga	Ambobaka	BS	ADAPS	10 à 20
Ambodimanga	Ambobaka	BS	ADAPS	10 à 20
Bemaneviky	Andranomandevy	MS	ADAPS	10 à 20
Bemaneviky	Andranomandevy	MS	ADAPS	10 à 20
Bemaneviky	Andranomandevy	MS	ADAPS	> 20
Antsakoamanondro	Antsakoamanondro	A HSM	Inconnu	> 20
Antsakoamanondro	Antsakoamanondro	A HSM	Inconnu	> 20
Ambodimanga	Ambodimanga	BS	Inconnu	10 à 20
Bemaneviky	Andranomandevy	MS	Inconnu	0 à 10
Marovato	Manirenja vao	HS	Inconnu	> 20
Maevatanana	Maevatanana	HS	Inconnu	> 20
Maevatanana	Pasimitera	HS	Inconnu	> 20
Maevatanana	Pasimitera	HS	Inconnu	10 à 20
Bemaneviky	Bemaneviky	MS	Inconnu	> 20
Bemaneviky	Bemaneviky	MS	Inconnu	10 à 20
Antranonkarany	Amisorobe	S	Inconnu	10 à 20
Antsatsaka	Ambodisakoana	S	Inconnu	> 20
Antsatsaka	Ambodisakoana	S	Inconnu	> 20
Ankatafa	Tanamadiniky	O	Inconnu	0 à 10
Ankatafa	Pobetsaraso	O	Inconnu	> 20

Commune	Lieu	Zone	Opérateur	Age supposé de cacaoyers
Antsirasira	Manirenja vao	HS	Inconnu	> 20
Antsirasira	Manirenja vao	HS	Inconnu	0 à 10
Antranonkarany	Ampamakia	S	Indépendant	0 à 10
Antranonkarany	Ampamakia	S	Indépendant	10 à 20
Antranonkarany	Ambalamahogo	S	Indépendant	10 à 20
Antranonkarany	Ambalamahogo	S	Indépendant	0 à 10
Antranonkarany	Ankarongana	S	Indépendant	> 20
Antranonkarany	Ankarongana	S	Indépendant	> 20
Ambanja	Antsahampano	A HSM	Indépendant	> 20
Ambanja	Antsahampano	A HSM	Indépendant	> 20
Ambanja	Antsahampano	A HSM	Indépendant	> 20
Antsakoamanondro	Anjavimilay	A HSM	Indépendant	10 à 20
Benavony	Benavony	BS	Indépendant	> 20
Benavony	Benavony	BS	Indépendant	> 20
Benavony	Benavony	BS	Indépendant	10 à 20
Benavony	Benavony	BS	Indépendant	> 20
Antsakoamanondro	Anjavimilay	A HSM	Indépendant	> 20
Antsakoamanondro	Anjavimilay	A HSM	Indépendant	10 à 20
Antsakoamanondro	Anjavimilay	A HSM	Indépendant	> 20
Ankatafa	Sampandalana	O	Indépendant	> 20
Marovato	Manirenja vao	HS	Indépendant	10 à 20
Ambohimena	Ampahakabe	A SM	SOMIA	> 20
Ambohimena	Ampahakabe	A SM	SOMIA	0 à 10
Ambanja	Bejofo	A SM	SOMIA	10 à 20
Ambanja	Bejofo	A SM	SOMIA	10 à 20
Ambanja	Bejofo	A SM	SOMIA	10 à 20
Ambanja	Bejofo	A SM	SOMIA	0 à 10
Ambanja	Bejofo	A SM	SOMIA	10 à 20
Ambanja	Bejofo	A SM	SOMIA	> 20
Ambanja	Bejofo	A SM	SOMIA	0 à 10
Ambanja	Madirifolo	A SM	SOMIA	> 20
Ambanja	Madirifolo	A SM	SOMIA	10 à 20
Ambanja	Madirifolo	A SM	SOMIA	> 20
Ambanja	Madirifolo	A SM	SOMIA	> 20
Ambalahonko	Ambolikapiky	A SM	SOMIA	10 à 20
Ambalahonko	Ambolikapiky	A SM	SOMIA	> 20
Ambalahonko	Ambolikapiky	A SM	SOMIA	> 20
Ambalahonko	Ambolikapiky	A SM	SOMIA	0 à 10
Ambanja	Ambatomenavava	A SM	SOMIA	0 à 10
Ambanja	Ambatomenavava	A SM	SOMIA	0 à 10

	Lieu	Zone	Opérateur	Age supposé de cacaoyers
Ambanja	Ambatomenavava	A SM	SOMIA	> 20
Ambanja	Ambatomenavava	A SM	SOMIA	> 20

A HSM : Ambanja hors SOMIA ; ASM : Ambanja SOMIA ; BS : Bas Smbirano ; HS : Haut Smbirano ; MS : Moyen Smbirano ; O : Ouest ; S : Sud

ADAPS : Association pour le développement de l'agriculture et du paysannat du Smbirano ;
SOMIA : Société malgache d'industrie et d'agriculture

Annexe 7 : Liste des arbres d'ombrage recensés dans les zones des cacaoyers du Smbirano

Famille	Noms scientifiques	Noms vernaculaires
ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i>	Manga
ANACARDIACEAE	<i>Spondias dulcis</i>	Sakoana
ANNONACEAE	<i>Cananga odorata</i>	Ylang ylang
BIGNONIACEAE	<i>Spathodea campanulata</i>	Poritsiky
BOMBACACEAE	<i>Ceiba pentandra</i>	Pamba
CAESALPINIACEAE	<i>Cassia siamea</i>	Veloma valy
COMBRETACEAE	<i>Terminalia mentali</i>	Mantali
MIMOSACEAE	<i>Albizia lebeck</i>	Bonara gasy
MIMOSACEAE	<i>Samanea saman</i>	Bonara mamy
MORACEAE	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Finesy
MORACEAE	<i>Artocarpus altilis</i>	Frapay
MORACEAE	<i>Ficus sp</i>	Adabo voara
MORACEAE	<i>Castilla elastica</i>	Castilla
MYRTACEAE	<i>Syzygium sp.</i>	Zambalaky

Annexe 8: Liste des cultures associées recensées dans les zones des cacaoyers du Smbirano

Famille	Nom scientifique	Nom vernaculaire
STERCULIACEAE	<i>Theobroma cacao</i>	Cacaoyer
ORCHIDACEAE	<i>Vanilla planifolia</i>	Vanille
RUBIACEAE	<i>Coffea sp</i>	Caféier
SOLANACEAE	<i>Capsicum sp</i>	Piment
PIPERACEAE	<i>Piper sp</i>	Poivrier
MUSACEAE	<i>Musa sp</i>	Bananier
CARICACEAE	<i>Carica papaya</i>	Papayer
RUTACEAE	<i>Ruta sp</i>	Oranger
BROMELIACEAE	<i>Ananas comosus</i>	Ananas

Annexe 9 : Echelle de la frondaison de cacaoyers



Frondaison faible



Frondaison moyenne



Frondaison bonne

Titre : « Etude des dispositifs de cultures de cacaoyers dans le Sambirano par l'évaluation de leur potentiel de productivité et l'appréciation de la qualité des produits »

Auteur : Dina Harisoa RAHAINGOSAMBATRA

RESUME

Cette étude a été menée pour identifier les actions à entreprendre sur les dispositifs de plantations des producteurs afin de déterminer les éléments pour un futur projet de développement de cacaoyers dans le Sambirano. Le diagnostic est fait suivant (i) les quatre structures d'exploitation et (ii) selon le découpage géographique de la zone d'étude en sept unités. Pour cela, les méthodes suivantes ont été adoptées dans 80 placettes de 100 m² : inventaire des espèces végétales notamment les arbres d'ombrage et les cultures associées, l'appréciation de la texture du sol, la mesure de la lumière hors et dans l'association culturale et le comptage de cherelles et de cabosses. Pour évaluer la diversité végétale cacaoyère, plusieurs lots de 50 fèves fraîches ont été sélectionnés. Des fèves marchandes ont été collectées pour analyser la teneur en polyphénols et théobromine/caféine.

Les arbres d'ombrage sont plus représentés dans le Bas Sambirano (200arbres/ha). Les cultures associées sont abondantes à l'Ouest (1666m²/ha). Le Bas Sambirano a eu la meilleure productivité en cabosses et en cherelles (13360/ha). Suivant les opérateurs, les arbres d'ombrage sont plus représentés chez l'ADAPS (182 arbres/ha). La surface moyenne des cultures associées ainsi que les rendements en cabosses+cherelles par ha ne sont pas significativement différents. La texture du sol affecte la productivité de cacaoyers. L'excès de la lumière entraîne la dégradation de cacaoyers. Une nette diversité variétale des cacaos notamment le criollo, trinitario, forastero est trouvée. Le potentiel du cacao malgache qui est parmi les cacaos d'excellence est confirmé par le rapport théobromine/caféine en fonction de la teneur en caféine.

Mots clés: cacaoyers, dispositif de plantations, productivité, théobromine/ caféine, Sambirano

Encadreur: Pr. Isabelle RATSIMIALA RAMONTA

University of Antananarivo

DEA memory

Faculty of Sciences

Option: Plant Physiology

Department of Plant Biology and Ecology

Title: « Study of cocoa- growing dispositive in the Sambirano by potential productivity evaluation and product quality appreciation »

Author: Dina Harisoa RAHAINGOSAMBATRA

ABSTRACT

This study was conducted to identify the actions to be implemented in the producers plantations in order to identify elements for a future development project on cocoa in Sambirano. The diagnosis was undertaken according to (i) the four operating structures and (ii) according to the geographical division of the study area into seven units. To do this, in 80 plots of 100 m², the following methods were adopted: inventory of plant species components intercropping and shade trees, the assessment of soil texture, measuring the light intensity inside and outside the intercropping and the load of flowers and fruits of cocoa by counting flowers, cherelles and pods. To assess the cocoa plant diversity, several batches of fresh 50 beans were selected. Merchants'beans were collected and analyzed. Shade trees are represented in the low lands of Sambirano (200 trees/ha). Associated crops are abundant in the West (1666m²/ha). Lower Sambirano has the best pods and cherelle productivity (13360/ha). According to the operators, shade trees are represented in the ADAPS (182 trees / ha). The average size of associated cultures and pod yields per ha + cherelles are not significantly different. Soil texture affects the productivity of cocoa. Excessive light causes degradation of cocoa. A varietal diversity of criollo, trinitario, forastero is found. Three methods of controlling fermentation were observed in the area and produce two categories of standard and superior cocoa. The potential of Madagascar cocoa which is among the most excellent cocoa is confirmed by the theobromine / caffeine ratio depending on the caffeine content.

Keywords: cocoa, device plantations, productivity, theobromine /caffeine, Sambirano

Advisor: Pr. Isabelle RATSIMIALA RAMONTA