UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

Application de la programmation mathématique positive à la gestion des exploitations agricoles au Burundi: étude comparée des approches EFICC et EMER

NIYOMWUNGERE, Désiré

2023-03
UB
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/443

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE D'AGRONOMIE ET DE BIO-INGENIERIE

DEPARTEMENT DE SOCIO-ECONOMIE RURALE

APPLICATION DE LA PROGRAMMATION MATHEMATIQUE POSITIVE A LA GESTION DES EXPLOITATIONS AGRICOLES AU BURUNDI : ETUDE COMPAREE DES APPROCHES EFICC ET EMER

Par :

NIYOMWUNGERE Désiré

MEMOIRE

Présenté en vue d'obtenir

Le diplôme de Master en Développement Rural et Agro-Business

Sous la direction de :

Dr. Ir. NIMENYA Nicodème

Bujumbura, Mars, 2023

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY

Dr. Ir. NGENDAKUMANA Serges : Président

Dr. Ir. GAHIRO Leonidas : Secrétaire

Dr. Ir. NIMENYA Nicodème : Directeur

DEDICACE

A mon père NDAYISENGA Liboire;

A ma regrettée mère NINTERETSE Mélanie ;

A mes frères et sœurs ;

A mes amis ;

Je dédie ce mémoire

REMERCIEMENTS

Ce mémoire de maîtrise est certes le fruit de mes propres efforts. Mais cela n'aurait pas été possible sans le soutien conjoint de différentes personnes à qui j'ai l'honneur d'exprimer ma gratitude.

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma profonde gratitude au Dr.ir. NIMENYA Nicodème, enseignant chercheur à l'Université Burundi et promoteur de ce travail qui, malgré ses multiples responsabilités, a accepté de diriger ce travail. Ses conseils prodigués à mon égard, ses suggestions et orientations méritent une reconnaissance éternelle.

Ma gratitude s'adresse également à tous mes éducateurs de l'école primaire à l'Université, tous les enseignants à la FABI en département de Socio-Economie Rurale notamment Prof. Dr. Ir. NDIMUBANDI Jean, Prof. Dr. Ir. NIRAGIRA Sanctus, Dr. Ir. GAHUNGU Antoine et Dr. Ir. GAHIRO Léonidas pour la qualité de la formation tant morale qu'intellectuelle qu'ils m'ont donnée.

Je remercie également l'équipe des étudiants de Master en Développement Rural et Agro-Business dont IRAKOZE Toussaint, NDAYISENGA Gérard et NKURUNZIZA Protais pour le temps que nous avons passé ensemble à recueillir des données pour ce mémoire de maîtrise. Merci beaucoup et bonne continuation !

Ma gratitude s'étend également aux responsables des projets qui mettent en œuvre les approches sous étude avec qui j'ai interagi spécialement NDUWIMANA Bède, responsable agricole au Projet de Création de la Valeur Ajoutée (CREAVA) mis en œuvre par l'Organisation Diocésaine pour l'Entraide et le Développement (ODEDIM) et financé par Caritas international Belgique pour l'approche EFICC (Exploitation Familiale Intégrée Continue et Compétitive) et Ir BITSURE Guy Marien, chef d'équipe de la région centre ACORD/PRODEFI pour l'approche EMER (Exploitation Modèle Economiquement Rentable). Mes sentiments de reconnaissance vont aussi à l'endroit des chefs de ménages EFICC et EMER qui ont passé leur temps avec moi à remplir des questionnaires. Enfin, je suis à jamais redevable à mon père NDAYISENGA Liboire et à ma défunte mère NINTERETSE Mélanie pour leur grande implication dans mon éducation.

NIYOMWUNGERE Désiré

RESUME

La mise en place d'approches et méthodes d'accompagnement des agriculteurs est supposée être une façon d'accroître la production agricole et par conséquent assurer la croissance des revenus des ménages et la couverture de leurs besoins nutritionnels.

L'objectif de cette étude est de comparer deux approches : Exploitation Familiale Intégrée Continue et Compétitive (EFICC) et Exploitation Modèle Economiquement Rentable (EMER) pour identifier l'approche qui valorise mieux les ressources et assure la sécurité alimentaire des ménages.

Pour aboutir aux résultats, une enquête a été menée auprès de 32 ménages EFICC et 30 ménages EMER respectivement en commune Mwakiro où l'approche EFICC a été mise en œuvre et Bugendana où l'approche EMER a été mise en œuvre. L'enquête s'est déroulée au mois de novembre 2021. L'échantillonnage a été déterminé sur base d'une liste d'agriculteurs qui ont bénéficié l'appui des approches EFICC et EMER. Ensuite, une analyse descriptive portant sur les caractéristiques des agriculteurs, les caractéristiques des exploitations, la gestion des ressources et les tests de comparaison des moyennes a été réalisée à l'aide des logiciels SPSS et STATA. L'allocation des ressources et les modèles de production agricoles ont été analysés à l'aide du solveur Excel. Les modèles de programmation mathématique positive ont été optés pour cette fin.

Les résultats de l'analyse ont montré que la combinaison d'activités observée au niveau des ménages EFICC et EMER ne peut pas refléter leur choix optimal, compte tenu des exigences de ces deux approches. De plus, la spécialisation des ménages EFICC et EMER dans un nombre réduit d'activités sur leurs exploitations n'est pas une solution pour aboutir à l'optimalité économique des facteurs de production. Enfin, la production agricole des ménages EFICC et EMER ne couvre pas quantitativement et qualitativement leurs besoins vitaux.

Néanmoins, le modèle développé dans ce mémoire de maîtrise montre que la spécialisation des ménages EFICC et EMER dans un nombre réduit d'activités sur leurs exploitations est une solution optimisant leur bien-être compte tenu de leurs contraintes en matière d'accès aux ressources et aux exigences de ces deux approches en matière d'allocation des ressources.

Mots-clés : Programmation mathématique, exploitations agricoles, approches EFICC et EMER, Burundi

ABSTRACT

The implementation of farmer support approaches and methods is supposed to be increase agricultural production, thus ensuring the growth of household income and the coverage of their nutritional needs.

This study aims to compare two approaches: Continuous and Competitive Integrated Family Farming (FICCE) and Economically Profitable Model Farming (EMER) to identify the approach which better valorizes resources and ensures household food security.

To achieve the results, a survey was conducted among 32 FICCE households and 30 EMER households, respectively, in the commune of Mwakiro where the FICCE approach was executed, and Bugendana where the EMER approach was executed. The survey was conducted in November 2021. The sample was determined based on a list of farmers who had received support from the FICCE and EMER approaches. Next, descriptive analysis on farmer characteristics, farm characteristics, resource management, and tests for comparison of means was conducted using SPSS and STATA software. Resource allocation and farm production models were analyzed using the Excel solver. Positive mathematical programming models were chosen for this purpose.

The results of the analysis showed that the mix of activities observed at the FICCE and EMER household level could not reflect their optimal choice, given the requirements of these two approaches. Moreover, the specialization of FICCE and EMER households in a reduced number of activities on their farms is not a solution for achieving economic optimality of production factors. Finally, the agricultural production of FICCE households does not quantitatively and qualitatively cover their vital needs.

Nevertheless, the model developed in this master's thesis shows that the specialization of FICCE and EMER households in a reduced number of activities on their farms is a solution that optimizes their well-being, given their constraints on access to resources and the requirements of these two approaches to resource allocation.

Keywords: Mathematical programming, farms, FICCE and EMER approaches, Burundi

TABLE DES MATIERES

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY i

DEDICACE ii

REMERCIEMENTS iii

RESUME iv

ABSTRACT v

TABLE DES MATIERES vi

LISTE DES TABLEAUX ix

LISTE DES FIGURES x

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS xii

AVANT-PROPOS xiv

PREMIERE PARTIE : GENERALITES CONCEPTUELLES ET METHODOLOGIQUES 1

CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE 2

I.1 Contexte général 2

I.2 Enoncé du problème 3

I.3 Objectifs de recherche 4

I.4 Questions de recherche 4

I.5 Hypothèses de recherche 5

I.6 Méthodologie de test d'hypothèses 5

I.7 Structure du document 5

CHAPITRE II : LES TECHNIQUES DE MODELISATION EN ECONOMIE AGRICOLE 6

II.1 Introduction 6

II.2 Programmation mathématique 6

II.2.1 La programmation mathématique linéaire 7

II.2.2 La programmation non linéaire 7

II.3 Application de la programmation mathématique 8

CHAPITRE III : GENERALITES SUR LES APPROCHES EFICC ET EMER 14

III.1 Approche EFICC « Exploitation Familiale Intégrée Continue et Compétitive » 14

III.2 Approche EMER « Exploitation Modèle Economiquement Rentable » 16

CHAPITRE IV : MATERIELS ET METHODOLOGIE ANALYTIQUE 20

IV.1 Zone d'étude et la population cible 21

IV.2 La méthodologie d'échantillonnage 21

IV.2.1 Détermination de la taille de l'échantillon 21

IV.2.2 Conception du questionnaire, collecte et nettoyage des données 22

IV.3 Contraintes rencontrées au cours de la collecte des données 23

IV.4 Aspects de la modélisation 24

IV.5 Modèles d'optimisation 24

DEUXIEME PARTIE : PRESENTATION DES RESULTATS 27

CHAPITRE V : IDENTIFICATION DES MENAGES ET DESCRIPTION DES EXPLOITATIONS AGRICOLES 28

V.1 Identification du répondant 28

V.1.1 Age 28

V.1.2 Etat civil et niveau d'études des chefs des ménages 29

V.1.3Activité principale et secondaire des chefs de ménages 31

V.1.4 Taille du ménage, superficie totale cultivable, fumure organique obtenue et revenu total des ménages 32

V.2 Détermination du prix de revient, base des prix pour la vente des denrées alimentaires et évaluation des achats par rapport aux ventes 37

V.3 Utilisation des revenus des exploitations 38

V.4 Gestion de la fertilité des sols 40

CHAPITRE VI : COMBINAISON OPTIMALE DES RESSOURCES 42

VI.1 Optimisation du profit agricole par les approches EFICC et EMER 42

VI.1.1 : Test de Student pour la comparaison des moyennes 45

VI.1.2 : Les principales cultures qui maximisent le profit sous contraintes des approches .. 47

VI.1.3 : Les principales cultures qui maximisent le profit sans contraintes des approches .. 50

VI.1.4 : Main d'œuvre utilisée par les EFICC et EMER 52

VI.2 Sécurité alimentaire et nutritionnelle des ménages EFICC et EMER 53

VI.2.1 La couverture des besoins nutritionnels des ménages EFICC et EMER par leur production 54

VI.2.1.1 Niveau de satisfaction des ménages en éléments nutritifs 55

VI.2.1.2 Quantité moyenne d'excédent/déficit en éléments nutritifs et revenu agricole moyen par an 57

VI.2.1.3 Simulation du comportement des ménages après la réduction de leur surface cultivable 58

VI.2.1.4 Simulation du comportement des ménages après l'augmentation de leur taille 61

VI.2.2 Score de Consommation Alimentaire..... 63

VI.2.2.1 Fréquence et composition des aliments..... 66

VI.2.2.2 Score de Diversité Alimentaire des Ménages (SDAM) 68

CHAPITRE VII : PRINCIPALES CONSTATATIONS, CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 71

VII.1. Résumé des principaux résultats..... 71

VII.1.1. Caractéristiques des ménages 71

VII.1.2. Caractéristiques des exploitations..... 72

VII.1.3. Accès aux infrastructures et aux services financiers..... 73

VII.1.4. Combinaison optimale des ressources et échanges d'intrants agricoles..... 73

VII.2. Conclusion générale..... 76

VII.3 Recommandations..... 77

Références bibliographiques 80

Annexe..... 83

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Répartition de l'échantillon par colline 22
Tableau 2: Description statistique de l'âge des chefs des ménages 28
Tableau 3: Description statistique de la taille des ménages 33
Tableau 4: Principales cultures considérées dans la modélisation 43
Tableau 5: Comparaison des moyennes PMSCA et PPA/ PMSCA et PROML 45
Tableau 6: Surplus/déficit par an de main d'œuvre 52
Tableau 7: Tables des éléments nutritifs des aliments utilisés au Burundi (par 100 g de produit comestible) 55
Tableau 8: Quantité moyenne d'excédent/déficit en éléments nutritifs et revenu agricole moyen par an 57
Tableau 9: Superficie moyenne des ménages qui satisfont les besoins nutritionnels par leur production 58
Tableau 10: Taille des ménages qui satisfont les besoins nutritionnels par leur production 61
Tableau 11: Groupes d'aliments 64
Tableau 12: Fréquence hebdomadaire de consommation des 8 groupes d'aliments 66
Tableau 13: Groupes d'aliments agrégés pour calculer le SDAM 69
Tableau 14: Résumé des principaux résultats issus de l'optimisation des ressources 74

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Photo d'EFI accompagnées par le PADDAM-Programme FBSA Moso..... 16
Figure 2: Schéma d'une exploitation aménagée type 18
Figure 3: Les principales étapes de la recherche 21
Figure 4: Distribution de l'âge des chefs des ménages..... 29
Figure 5: Description de l'état civil et du niveau d'études des chefs des ménages 30
Figure 6: Description de l'activité principale et secondaire des chefs des ménages 31
Figure 7: Répartition des ménages selon les tranches de superficie et du revenu 36
Figure 8: Connaissance sur la détermination du prix de revient et vente des denrées alimentaires 37
Figure 9: Affectation des revenus des ménages..... 39
Figure 10: Répartition des ménages selon la méthode de gestion de la fertilité des sols adoptée 40
Figure 11: Profit moyen des exploitants EFICC..... 46
Figure 12: Profit moyen des exploitants EMER..... 47
Figure 13: Cultures qui maximisent le profit sur la colline 48
Figure 14: Cultures qui maximisent le profit dans les marais 49
Figure 15: Principales cultures qui maximisent le profit sur la colline en ignorant les exigences des approches EFICC et EMER..... 50
Figure 16: Principales cultures qui maximisent le profit dans les marais en ignorant les exigences des approches EFICC et EMER..... 51
Figure 17: Provenance de la main d'œuvre 53
Figure 18: Niveau de satisfaction des ménages en éléments nutritifs 56
Figure 19: Effets de la réduction de la superficie moyenne des ménages EFICC sur la couverture de leurs besoins nutritionnels..... 59
Figure 20: Effets de la réduction de la superficie moyenne des ménages EMER sur la couverture de leurs besoins nutritionnels..... 60
Figure 21: Effets de l'augmentation de la taille des ménages EFICC sur la couverture de leurs besoins nutritionnels 62
Figure 22: Effets l'augmentation de la taille des ménages EMER sur la couverture de leurs besoins nutritionnels 62

Figure 23: Fréquence de consommation alimentaire des ménages EFICC et EMER 66

Figure 24: Fréquence de consommation des différents groupes d'aliments..... 70

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

%	Pourcentage
ACORD	Agence de Coopération et de Recherche pour le Développement
ATAB	Assistance Technique d'Agrinatura au Burundi
BIF	Burundian International Francs
CREAVA	Création de la Valeur Ajoutée
CSLP	Cadre Stratégique de Croissance et de Lutte contre la Pauvreté
DOPEAE	Document d'Orientation de la Politique Environnementale, Agricole et d'Elevage
EFICC	Exploitation Familiale Intégrée Continue et Compétitive
EMER	Exploitation Modèle Economiquement Rentable
ENAB	Enquête Nationale Agricole du Burundi
FABI	Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie
FANTA	Food and Nutrition Technical Assistance
FAO	Food and Agriculture Organization
FBSCA	Fonds Belge Pour la Sécurité Alimentaire
FIDA	Fonds International de Développement Agricole
GALS	Gender Action and Learning System
GANESH	Goals oriented Approach to use No till for a better Economic and environmental sustainability for Small Holders
GERDAL	Groupe d'Expérimentation et de Recherche : Développement et Actions Locales
Ha	Hectare
HJ	Homme-jour
ISABU	Institut des Sciences Agronomiques du Burundi
Kg	Kilogramme
M	Million
MINEAGRIE	Ministère de l'Environnement, de l'Agriculture et de l'Élevage
ODEDIM	Organisation Diocésaine pour l'Entraide et le Développement
ONG	Organisation Non Gouvernementale
PADDAM	Projet d'Amélioration Durable de la Disponibilité Alimentaire

PAM	Programme Alimentaire mondial
PML	Programmation Mathématique Linéaire
PMP	Programmation Mathématique Positive
PND	Plan National de Développement
PNIA	Programme d'Investissements Agricoles du Burundi
PRODEFI	Projet de Développement des Filières
RICA	Réseau d'Information Comptable Agricole
SAN	Stratégie Agricole Nationale
SCA	Score de Consommation Alimentaire
SCV	Systèmes de Cultures sous Couverture Végétale
SDAM	Score de Diversité Alimentaire
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
UB	Université du Burundi

AVANT-PROPOS

Le présent travail intitulé « ***Application de la programmation mathématique positive à la gestion des exploitations agricoles au Burundi : Etude comparée des approches EFICC et EMER »*** est un mémoire de fin d'études de master en développement rural et agrobusiness. Le sujet a été abordé du fait qu'avec la politique du Gouvernement du Burundi de mettre l'environnement, l'agriculture et l'élevage parmi les secteurs prioritaires, plusieurs approches et méthodes ont été développées pour accompagner des populations agricoles dans l'accroissement de la productivité agricole, animale et halieutique. Malheureusement à cause de non concertation, ces approches et méthodes ont souvent des conséquences négatives en termes de coûts humains et financiers. C'est ainsi que cette étude a été menée pour analyser la rationalité socio-économique des choix réalisés par les agriculteurs afin de proposer des itinéraires techniques plus efficaces et fournir un outil d'aide à la gestion optimale des exploitations agricoles.

L'objectif de cette étude est de comparer deux approches : Exploitation Familiale Intégrée Continue et Compétitive (EFICC) et Exploitation Modèle Economiquement Rentable (EMER) pour se rendre compte de quelle approche valorise mieux les ressources et assure la sécurité alimentaire des ménages.

Au cours de cette étude, nous avons rencontré certaines difficultés. Le mémoire n'étant pas financé, nous avons été contraints de faire des enquêtes dans deux communes seulement. D'autre part, certains enquêtés avaient tendance à cacher certaines données quantitatives surtout les données sur la récolte. Nous également fait face au manque d'unité standard de mesure, ce qui nous a conduit à faire des estimations à partir des instruments utilisés en milieu rural. Enfin, les agriculteurs font l'association des cultures mais nous avons manqué le paramètre ratio d'équivalence de terres (REL) qui indique combien d'unités de surface sont nécessaires pour produire, dans un système de monoculture, la même quantité de chaque culture produite par unité de surface de culture intercalaire.

PREMIERE PARTIE : GENERALITES CONCEPTUELLES ET METHODOLOGIQUES

CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE

I.1 Contexte général

Le Monde est embarrassé par son agriculture. Dans les pays développés, on produit trop. Dans les pays en développement, on ne produit pas assez et la famine reste un fléau majeur (Boussard *et al*., 2005)**.**

C'est ainsi que le rôle de l'agriculture dans le développement a été un sujet de débat pour plusieurs auteurs. Selon Lewis (1954), l'agriculture est considérée comme un bassin de main-d'œuvre et non un moteur de développement en raison de son faible effet de liaison pour favoriser le développement dans d'autres secteurs. Toutefois, Johnston & Mellor (2016) considère l'agriculture comme le secteur clé du développement. Ils ont soutenu que la croissance agricole est une condition préalable au décollage économique. Cela est renforcé par Ndimira (1991) qui affirme qu'un modèle basé sur l'agriculture permettra au Burundi d'atteindre la croissance économique et donc de promouvoir le développement mondial compte tenu de la démographie et des caractéristiques économiques du pays.

Bien que l'agriculture ait toujours connu des hauts et des bas selon les périodes, l'économie burundaise a toujours été soutenue par cette première. Les différents instruments nationaux de planification mettent en avant le secteur agricole comme moteur du développement du Burundi. Le contenu des instruments de planification macroéconomique (La vision 2025, le Cadre Stratégique de Croissance et de Lutte contre la Pauvreté (CSLP), le Plan National de Développement (PND) et sectorielle (Stratégie Agricole Nationale (SAN), Programme d'Investissements Agricoles du Burundi (PNIA), Document d'Orientation de la Politique Environnementale, Agricole et d'Elevage **(**DOPEAE)) reflètent que c'est l'agriculture qui va contribuer de manière durable à la réduction de la pauvreté et à la croissance économique durable du Burundi. La politique nationale agricole énoncée dans le PNIA précise que l'agriculture burundaise a pour mission fondamentale d'assurer à tous les Burundais la sécurité alimentaire en quantité et en qualité. Selon ce document d'orientation, l'agriculture de subsistance, pour accomplir sa mission, devrait être transformée en agriculture familiale et commerciale, assurant un revenu décent aux ménages et soucieuse de l'environnement et de la bonne gestion des ressources. Ainsi, les agriculteurs qui participeront à ces changements

profonds seront-ils des exploitants organisés et possédant les qualifications techniques requises pour réaliser la mission du secteur agricole (PNIA, 2011).

Partant de cette politique, de nombreuses initiatives ont été faites au Burundi pour apporter des réponses concrètes aux contraintes liées au développement agricole et rural. On note des chevauchements d'approches et de méthodes d'accompagnement des populations développés par plusieurs Organisations Non Gouvernementales (ONG) locales ou internationales œuvrant dans le secteur agricole. Ces approches et méthodes visent l'augmentation de la production des agriculteurs, l'accroissement de leur revenu et de rendre le secteur agricole un moteur de croissance économique via l'organisation et la formation des agriculteurs sur les bonnes pratiques et techniques agricoles.

Ainsi, selon le PND, l'agriculture contribue à elle seule à hauteur de 39,6 % au PIB, offre 84% d'emplois, fournit 95% de l'offre alimentaire et constitue le principal pourvoyeur de matières premières à l'agro-industrie. Cela justifie que le secteur agricole reste un potentiel à exploiter pour atteindre le développement durable.

I.2 Enoncé du problème

L'agriculture au Burundi est pratiquée d'une façon rudimentaire par 84% de la population sur de très petites exploitations dont la taille moyenne se situe autour de 0,27 ha (DOPEAE, 2020). Alors que la superficie cultivable est un facteur principal déterminant de sécurité alimentaire et de source de revenus, sa taille moyenne est en perpétuelle diminution en raison des modalités d'héritage qui, à chaque succession, entraînent le morcellement de la surface familiale disponible en autant de parties qu'il y a d'héritiers (PNIA, 2011).

Pour résilier au morcellement continu de la taille moyenne de l'exploitation des ménages, plusieurs approches et méthodes ont été développées pour accompagner des populations agricoles. Ces approches s'inscrivent au programme du Gouvernement du Burundi qui a mis l'environnement, l'agriculture et l'élevage parmi les secteurs prioritaires en initiant plusieurs projets et programmes qui avaient comme impact l'accroissement de la productivité agricole, animale et halieutique (DOPEAE, 2020). Malheureusement à cause de non concertation, ces approches et méthodes ont souvent des conséquences négatives en termes de coûts humains et financiers (Lebailly et al., 2020).

Une question se pose-t-elle : avec quelle approche ou méthode de développement agricole l'agriculteur optimise sa production agricole en fonction des ressources à sa disposition ? C'est dans cette optique que nous avons opté d'exploiter des modèles mathématiques positifs qui permettent de décrire et d'expliquer l'usage que font actuellement les agriculteurs des ressources (naturelles, financières, humaines) dont ils disposent. Ainsi, ces modèles serviront-ils d'analyse de la rationalité socio-économique des choix réalisés par les agriculteurs pour éventuellement proposer des itinéraires techniques plus efficaces et fournir un outil d'aide à la gestion optimale des exploitations agricoles.

I.3 Objectifs de recherche

Pour élaborer un modèle agricole qui émerge dans une zone particulière, il est nécessaire de mieux comprendre les opportunités et les contraintes auxquelles les agriculteurs sont confrontés lorsqu'ils prennent des décisions concernant leurs exploitations, en particulier lorsqu'il s'agit d'allouer des ressources (Niragira, 2011).

L'objectif principal de ce travail est de générer de nouvelles connaissances qui contribuent à l'amélioration du revenu et de la sécurité alimentaire grâce à l'accroissement de la production agricole. De manière spécifique, ce mémoire vise à comparer les deux approches EFICC et EMER et de dégager un modèle mathématique qui servira comme un outil d'aide à la gestion rationnelle des exploitations agricoles au Burundi. Les approches EFICC et EMER ont été choisies parmi une longue liste des approches qui accompagnent les agriculteurs car, leurs bénéficiaires ont été formés sur la comptabilité agricole.

I.4 Questions de recherche

Pour atteindre les objectifs, des questions de recherche suivantes sont ainsi formulées :

1. Laquelle des deux approches EFICC et EMER valorise mieux les ressources ?
2. Laquelle des deux approches EFICC et EMER assure la sécurité alimentaire des ménages?
3. Comment les exigences des approches EFICC et EMER en matière d'allocation de la ressource terre peuvent-elles affecter l'économie des ménages ?

I.5 Hypothèses de recherche

H1. Les exploitants EFICC et EMER sont rationnels et prennent ainsi des décisions optimisant leur bien-être compte tenu de leurs contraintes en matière d'accès aux ressources.

H2. La production agricole des ménages EFICC et EMER couvre quantitativement et qualitativement leurs besoins vitaux.

H3. La mise en application des exigences des approches EFICC et EMER en matière d'allocation de la ressource terre aboutit à l'optimalité économique des facteurs de production.

I.6 Méthodologie de test d'hypothèses

Pour atteindre les objectifs de cette étude, plusieurs méthodes ont été combinées. Nous avons d'abord documenté les écrits des autres chercheurs afin d'avoir un aperçu sur la nature des données à collecter pour alimenter l'étude. Après avoir collecté les données sur terrain, une analyse descriptive portant sur les caractéristiques des agriculteurs, les caractéristiques des exploitations, la gestion des ressources et les tests de comparaison des moyennes a été réalisée à l'aide des logiciels SPSS et STATA. Les modèles de programmation mathématique positive ont été optés pour tester les hypothèses de cette étude et ont été traités avec Solveur Excel.

I.7 Structure du document

La présente étude vise la génération de nouvelles connaissances qui contribuent à l'amélioration du revenu et de la sécurité alimentaire grâce à l'accroissement de la production agricole. Elle est subdivisée en sept chapitres regroupés en deux grandes parties. La première partie qui parle des généralités conceptuelles et méthodologiques comprend les quatre premiers chapitres et la deuxième partie qui présente les résultats comprend les trois derniers chapitres. L'aspect d'introduction est traité dans le premier chapitre et le deuxième chapitre présente de façon brève les techniques de modélisation en économie agricole. Le troisième chapitre résume les approches EFICC et EMER.

Le quatrième chapitre explique la méthodologie analytique et les matériels utilisés et le cinquième chapitre parle des caractéristiques des ménages et de leurs exploitations agricoles. Le sixième chapitre relate de la combinaison optimale des ressources et enfin, le septième chapitre fournit principales constatations, conclusion et recommandations.

CHAPITRE II : LES TECHNIQUES DE MODELISATION EN ECONOMIE AGRICOLE

II.1 Introduction

Le recours à la modélisation économique de la gestion des exploitations agricoles s'est régulièrement intensifié depuis les années 60 pour deux raisons essentielles. La première tient à l'accès aux outils informatiques de plus en plus performants, capables de résoudre des problèmes complexes et de grande taille. La seconde raison, d'ordre politico-économique, tient aux besoins exprimés par les Etats pour étudier dans un premier temps les conditions nécessaires à l'accroissement de l'offre des produits agricoles et dans un second temps, pour tester l'impact de diverses politiques, sur le revenu agricole, sur l'emploi et sur l'environnement.

Il existe plusieurs techniques de modélisation économiques des exploitations agricoles mais, pour notre étude, nous nous intéressons à la programmation mathématique qui donne une orientation sur l'utilisation optimale des ressources limitées.

II.2 Programmation mathématique

Les modèles de programmation mathématique appliqués au niveau de l'exploitation agricole individuelle consistent à déterminer les niveaux des variables de décision de cette exploitation qui maximisent une variable économique sous des contraintes techniques. Ces modèles de programmation mathématique permettent alors de représenter le fonctionnement technico-économique des exploitations agricoles et de simuler les impacts de chocs exogènes sur leurs variables de décision (Hamamet Talbot, 2009).

Pour simplifier la représentation des divers types d'exploitations existantes, il est nécessaire de réaliser avant la phase de modélisation une typologie d'exploitations, c'est-à-dire de regrouper sous un même type les exploitations qui ont la même structure de production, les mêmes cultures principales, les mêmes stratégies et les mêmes contraintes. Une bonne typologie doit révéler à la fois une hétérogénéité maximale entre chaque type et une homogénéité maximale au sein de chacun des types. Pour ces raisons, une analyse statistique multivariée des exploitations est généralement requise (Gohin et Chantreuil, 1999). Ce n'est que sur base de cette typologie que le travail de collecte de données peut être engagé.

Les modèles de programmation mathématiques linéaires ou non, sont généralement des modèles statiques au sens où l'on considère que les exploitations maintiennent leur taille, leur technologie et leur capacité de production sur la période de simulation considérée. La raison principale de cette représentation statique tient à la complexité de représenter la diversité des stratégies d'investissement des agriculteurs concernant les infrastructures et les équipements (Gohin et Chantreuil, 1999).

II.2.1 La programmation mathématique linéaire

La programmation mathématique linéaire (PML) n'est qu'un cas particulier des modèles de programmation mathématique où la fonction objective et les contraintes sont spécifiées de manière linéaire par rapport aux variables de décision.

Les variables de décision sont généralement la superficie allouée à chaque type de culture et/ou le type et le nombre d'animaux d'élevage. La fonction objective correspond à la somme des marges brutes associées à chaque variable de décision et les contraintes peuvent être agronomiques, économiques, techniques, financières ou réglementaires.

La technique de programmation linéaire des exploitations agricoles est la plus utilisée. Sa mise en œuvre requiert cependant une collecte importante de données pour identifier et modéliser les contraintes qui conditionnent le comportement des agriculteurs. Cette collecte se fait généralement par enquête en face à face auprès d'agriculteurs types. La capacité du modèle à reproduire leur comportement dépend donc de l'exhaustivité et de la fiabilité des informations recueillies.

II.2.2 La programmation non linéaire

La programmation mathématique non linéaire, aussi appelée la programmation mathématique positive (PMP), est née de la recherche du dépassement de problèmes rencontrés en PL à savoir, essentiellement le phénomène de basculement des solutions optimales et l'arbitrage que le modélisateur doit nécessairement faire entre le choix de contraintes techniques sévères qui figent le modèle et une reproduction inexacte des prises de décision observées des agriculteurs (Gohin & Chantreuil, 1999). Selon ces mêmes auteurs, le principe de la PMP est d'exprimer soit certaines contraintes, soit la fonction objective (fonction de coût de production et/ou de rendement) de manière non linéaire.

Appliquée à la gestion des exploitations agricoles, cela permet par exemple d'exprimer la marge brute dégagée par certaines spéculations en fonction de la superficie de chaque spéculation, du coût de production et de la main d'œuvre nécessaire. L'intégration des fonctions de coûts et de rendements dans la fonction objective permet donc d'éviter le basculement des solutions. La PMP permet de dériver des fonctions continues de demande en facteurs de production au lieu des traditionnelles fonctions de demande par paliers obtenues avec la PL. La PMP a donc bien l'avantage de générer des solutions continues mais également de réduire considérablement la taille des matrices

Le recours à la PMP pour modéliser le comportement d'agriculteurs s'est sensiblement développé au cours des années 1990. Ce développement est essentiellement dû à la formalisation qu'en a fait Howitt (1995) ainsi qu'à la généralisation des outils informatiques capables de résoudre ces problèmes. Les techniques de calage des modèles se sont progressivement améliorées. La méthode dite d'Entropie permet de calibrer des modèles d'exploitation en utilisant un ensemble de données restreint tout en ne figeant pas le modèle comme en PL (Gohin & Chantreuil, 1999; Gohin, 2000). Le principe est, au travers des coefficients des fonctions de coûts et de productions de la fonction objective, de forcer le modèle à reproduire une situation de référence.

Cependant, beaucoup de modalisateurs n'ont pas fait état du comportement arbitraire et potentiellement invraisemblable des modèles résultant de l'application standard de l'approche PMP (Heckelei & Britz, 2000). En effet, là où les comportements réels des agriculteurs différaient des résultats du modèle de PL, un retour sur la validité des contraintes s'imposait. A l'inverse, la PMP peut permettre de caler exactement le modèle sur la situation de référence mais, si les contraintes ont été mal spécifiées, peut générer des comportements erronés selon les scenarii testés.

II.3 Application de la programmation mathématique

La littérature sur l'usage des modèles positifs en économie agricole est foisonnante. A titre d'exemple, voici quelques travaux illustrant la diversité des objectifs poursuivis. Gohin & Chantreuil (1999) dans leur travail sur la programmation mathématique positive dans les modèles d'exploitation agricole en France ont l'objectif de préciser les fondements théoriques et d'expliciter la mise en œuvre « standard » de l'approche PMP ainsi que de souligner et discuter

la méthode de calibrage des paramètres de comportement. Ils partent de la question de savoir quel est le comportement du modèle de PMP pour l'exploitation agricole dans ses choix d'allocation de sa surface totale et ses niveaux de production suite à un choc exogène, de politique agricole par exemple. Pour mieux présenter les principes et la mise en œuvre classique de PMP, ces auteurs utilisent le cas réel de l'exploitation agricole française avec les données du Réseau d'Information Comptable Agricole (RICA) de 1997. Les principes de la méthode de PML reposent sur trois idées : traduction dans la fonction objective des contraintes techniques auxquelles fait face le producteur, considérer que les données observées correspondent à un optimum de producteur et introduction de la non linéarité dans la fonction objective via des coûts de productions. Le modèle utilisé est le suivant :

$$Max l_i y_i \sum_{i=b,m,p} (p_i y_i + s_i l_i - C_i(y_i)) = Max l_i \sum_{i=b,m,p} (p_i r_i l_i + s_i l_i - C_i(r_i l_i)) \quad (1)$$

S/C :

$$\sum_{i=b,m,p} l_i \leq \bar{l} \quad (2)$$

(1) : Profit de I 'exploitation agricole, avec :

$p_i y_i$: Production en valeur

s_i : Aides directes aux surfaces

l_i : Facteur terre

$C_i(y_i)$: La somme des coûts variables de production par culture. Ce coût variable par culture est supposé être une fonction non linéaire de la surface allouée à celle-ci.

(2) : La contrainte de la terre disponible. Cette contrainte implique que la somme des surfaces allouées aux différentes cultures ne peut être supérieure à la surface totale de l'exploitation.

Pour résoudre ce modèle, il reste à spécifier la forme des fonctions de coût variable de production par culture et calibrer les paramètres de celles-ci. Pour des raisons de commodité, les auteurs optent d'utiliser la forme quadratique qui s'écrit comme suit :

$$C_i(y_i) = b'y_i = C_i(r_i l_i) b_i l^2, y_i = b, m, p \quad (3)$$

Avec :

B, m et p : Superficie allouée à la culture i

Ils trouvent que le calibrage des paramètres conduit à la nullité de coût de production de la culture, ce qui entraîne des difficultés de calibrer les cultures qui ne sont pas produites lors de l'année de référence.

D'autre part, l'introduction d'informations sur les coûts variables de production de chaque culture pose un problème de la disponibilité des informations et les rendements d'échelles constantes sans oublier le problème d'informations sur le prix d'opportunité de la terre.

Klatzmann (2018) dans son étude en Caroline du Nord a pour objectif de décrire une méthode de résolution rapide des programmes linéaires, en prenant pour exemple une exploitation agricole. Il se pose alors la question de savoir quelles spéculations faut-il pratiquer pour obtenir le revenu net le plus élevé possible, compte tenu de la limitation des ressources en facteurs de production. Pour y répondre, il utilise l'exemple où l'exploitant de cette entreprise de la Caroline du Nord a le choix entre six spéculations différentes. De cet exemple, il montre les différentes sources d'imprécisions de cette technique qui sont entre autres : la grande variabilité des produits agricoles, le capital n'est pas constant par unité de travail comme le plus souvent indiqué et certains éléments du capital ne sont pas interchangeables, la difficulté de déterminer le revenu net par unité de travail. Bref, la technique de programmation linéaire dans la gestion des exploitations agricoles se heurte aux problèmes de la connaissance appropriée des paramètres à utiliser et la probabilité de l'oubli des éléments pouvant modifier profondément la solution.

Bergez *et al.,* (2002) utilisent le modèle d'aide à la gestion à un pas de temps journalier-MODERATO (management oriented cropping system model) afin de maximiser la marge brute d'exploitations irrigantes dans le Sud-Ouest de la France et montrent qu'une optimisation des

calendriers d'arrosages peut permettre d'accroître la marge brute de 100€ par hectare tout en réduisant la consommation en eau de 30% et les rendements de 10%.

Rounsevell *et al.*, (2003) développent aussi des modèles d'aide à la gestion optimale des exploitations (à un pas de temps de deux semaines) afin de calculer des fonctions de coûts associés au retard de mise en œuvre de certaines opérations en cas de saturation d'une contrainte (main d'œuvre, sol, etc.)

D'autres travaux s'attachent à rechercher les combinaisons optimales d'intrants, par exemple les dates et quantités optimales d'apports d'engrais et d'eau (Lewis *et al.*, 2003).

Bruelle (2010), dans son travail de fin d'études à l'Ecole Nationale Agronomique de Toulouse (ENSAT), utilise la programmation linéaire pour modéliser les exploitations agricoles du lac Alaotra en Madagascar. L'objectif de ce travail est de comprendre dans quelles mesures les systèmes innovants SCV (Systèmes de Cultures sous Couverture Végétale) peuvent être intégrés dans les exploitations agricoles ; c'est-à-dire évaluer dans quelles mesures ces systèmes répondent aux objectifs des agriculteurs du lac et comprendre les modifications qu'ils apportent (revenus dégagés, temps de travaux familiaux, types de productions). Il utilise le modèle GANESH: Goals oriented Approach to use No till for a better Economic and environmental sustainability for Small Holders. Avec ce modèle, il essaie de maximiser le solde de l'exploitation sur 6 ans :

$$Max \sum_{années} \left[MBE(an) + \mathrm{R}\,O(an) - cons \right] \leq SS \qquad (4)$$

Avec :

MBE : Marge brute de toute l'exploitation ; RO : Revenu off-farm ; $Cons$: Consommation ; SS : Seuil de survie et an : années.

Minimiser la charge de travail familial sur 6 ans :

$$Min \sum_{sols, années, saisons, quinzaines} \left[TFQ(année, saison, quinzaine, sol) \right] \qquad (5)$$

Avec : TFQ : Travail Familial par quinzaine

$$\text{S/C: } \sum_{sols} \left[TFQ(année, saisn, quinzaine, sol) \right] \leq MOF \qquad (6)$$

Avec : *MOF* :main d'œuvre familiale

Il trouve que les rendements des systèmes SCV ne sont pas forcément supérieurs aux rendements des systèmes conventionnels car, lorsqu'il y a une forte disponibilité en main d'œuvre familiale, une combinaison de systèmes conventionnels et SCV permet de dégager un revenu maximum. Par contre, lorsque le travail représente un coût, les systèmes SCV deviennent plus intéressants que les systèmes conventionnels.

Niragira (2011), dans son travail de fin d'études de master sur Optimisation de l'utilisation des terres parmi les petites exploitations par la spécialisation agricole dans le nord du Burundi, a l'objectif de découvrir ce qui est réellement important pour les petites exploitations agricoles et de proposer un modèle de production agricole. Il utilise les données recueillies lors d'une enquête de recherche menée à Ngozi en août 2010. Le modèle suivant est utilisé :

$$Maxf(X_j) = Z = \sum_{j=1}^{m} c_j X_j \quad (7)$$

Sous contraintes de :

1) $g_i(X_j) \leq q_i$ (8)

2) $X_j \geq 0 (\forall i = 1, \ldots m)$ (9)

3) $\sum_{j=1}^{m} a_{ij} X_j \leq ou \geq q_i (\forall i = 1, \ldots n)$ (10)

Où :

- c_j est la marge brute prévue pour l'activité agricole j,
- X_j est le niveau de l'activité agricole j,
- a_{ij} est la quantité de ressource i nécessaire pour produire une unité de l'activité j,
- q_i est la quantité de ressource i disponible,
- i est l'indice de la ressource et j est l'indice des activités,
- m est le nombre d'activités et n est le nombre de contraintes.

La fonction objective (7) et les activités agricoles reflètent les objectifs fixés par les décideurs, en ce qui concerne les variables de décision X_j. Le paramètre q_i spécifie les ressources limitées auxquelles les agriculteurs sont confrontés et $g_i(X_j)$ indique dans quelle mesure chaque variable de décision X_j contribue à l'utilisation de la ressource limitée.

Les résultats de l'analyse statistique ont montré que les petits exploitants agricoles sont désavantagés à la fois en termes de dotation en actifs et de rémunération du travail. L'accès limité à la terre conduit à la diversification des moyens de subsistance grâce à des activités agricoles et non agricoles. Les agriculteurs pauvres doivent se diversifier afin d'obtenir la somme d'argent nécessaire pour acheter de la nourriture et couvrir les dépenses familiales supplémentaires. Cependant, les possibilités limitées d'emplois non agricoles les contraignent à s'engager dans la main-d'œuvre agricole où les niveaux de rémunération sont très faibles. Les bas salaires offerts aux ouvriers agricoles sont principalement attribués au faible revenu agricole qui résulte de l'attitude à l'égard des risques des agriculteurs et de la défaillance du marché. Malgré la relation inverse entre la taille des exploitations et la disponibilité de la main-d'œuvre dans la région, le niveau de complémentarité entre grandes et petites exploitations est très faible. Le taux d'autoconsommation des agriculteurs (riches et pauvres) est très élevé, ce qui affecte négativement la productivité et donc les salaires ruraux.

Néanmoins, malgré la raréfaction des terres, le modèle développé dans ce mémoire montre qu'il existe des possibilités pour les ménages de Ngozi de produire de manière optimale des cultures répondant à leurs besoins de sécurité alimentaire tout en générant un certain niveau de revenus.

En cultivant un nombre limité de cultures, les agriculteurs peuvent bénéficier d'une utilisation optimale des terres qui contribue davantage à améliorer la production agricole et à augmenter les salaires agricoles offerts aux ménages sans terre.

D’autres modèles de gestion rationnelle d’exploitations considèrent le revenu comme une contrainte et cherchent à optimiser une fonction objective particulière. C’est le cas du modèle d’aide à la gestion des programmes d’épandages développé par Lewis *et al.*, (2003) et qui vise à minimiser sur 12 ares les pertes en azote organique occasionnées par les épandages (3 épandages chacun réalisables à 10 dates différentes).

CHAPITRE III : GENERALITES SUR LES APPROCHES EFICC ET EMER

III.1 Approche EFICC « Exploitation Familiale Intégrée Continue et Compétitive »

Cette approche a été développée au départ au Burundi par Caritas International Belgique et l'ONG Louvain Développement. Elle se définit par ses termes :

E	Exploitation	Ensemble des terres cultivables, pâturages et boisements. Superficie minimale de 50 ares (1/2 ha), 4ha étant l'optimum.
F	Familiale	Utilise essentiellement la main d'œuvre familiale et occasionnellement la main d'œuvre payée (saison B). Diffère des exploitations commerciales ou industrielles.
I	Intégrée	Comprend des composantes agricoles, animales et arbustives en complémentarité économique et écologique. L'intégration permet d'utiliser peu d'intrants externes. L'exploitation est alors qualifiée de « FUIE » (Faible Utilisation d'Intrants Externes)
C	Continue	Productions et revenus mensuels, représentant les continuités alimentaires et économiques, combinées à la continuité de la fertilité du sol.
C	Compétitive	Les produits sont de qualité et possèdent des marchés garantis, à des prix intéressants autant pour le producteur que le consommateur.

Source : *Caritas international.be : Fiche descriptive de l'approche EFICC*

Cela nécessite un diagnostic de l'exploitation avec un état des lieux par une visite et une attention particulière aux problèmes de fertilité, en mettant un accent sur la protection des sols et la production du fumier par compostage. Les recommandations sont transcrites dans un cahier de ménage. Il est demandé à l'exploitant de s'orienter vers l'entrepreneuriat agricole en choisissant des cultures principales par rapport aux 12 à 18 cultures généralement pratiquées dans l'année. On prône une parcellisation de l'exploitation suivant ce cheminement proposé :

1. **Cultures noyaux** (ananas, banane, palmier à huile, thé, etc.) : Elles sont installées sur au moins le tiers de l'exploitation et sur les zones moyennement fertiles. Si c'est un élevage intensif, les pâturages ou les champs servant de cultures fourragères doivent occuper une moyenne d'un tiers de l'exploitation.

2. **Cultures alimentaires** (ce sont des cultures vivrières comme le haricot, le maïs, le manioc, la patate douce ou la colocase, etc.) : Ce sont des spéculations locales améliorées soit en cultures pures soit en cultures associées mises en place pour éviter à la famille tout risque de famine. Elles occupent aussi le tiers de l'exploitation et sont cultivées sur les meilleures terres.
3. **Cultures spéculatives** (arachides, café, riz, cultures fruitières, etc.) : Cultivées selon les règles de l'art et généralement en cultures pures ou en associations culturales bien choisies, elles occupent le tiers restant et doivent être mises sur les meilleures terres.
4. **Les arbres** sont placés sur les zones escarpées et les moins fertiles.
5. Chaque fois qu'on dispose d'un marécage ou d'une rivière aux abords de l'exploitation, il faut envisager automatiquement la possibilité d'un étang intégré ou de cultures maraîchères irriguées de contre saison.

Une règle d'or doit guider dans le choix du système de production : Ni trop, ni trop peu. En effet les agricultures paysannes ont tendance à vouloir tout produire et finalement ne produisent rien du tout de manière satisfaisante ; par contre les cultures spécialisées et pures constituent une menace grave en cas d'échec. Il faut donc se concentrer sur quelques productions que l'on maîtrise bien et qui se complètent harmonieusement.

CARITAS appuie les ménages pour l'acquisition de biens de production dont le montant est élevé pour un exploitant et qu'il ne peut se permettre d'acheter avec ses moyens propres. L'exemple d'une vache est cité.



Figure 1: Photo d'EFI accompagnées par le PADDAM-Programme FBSA Moso[1]

III.2 Approche EMER « Exploitation Modèle Economiquement Rentable »

L'approche EMER a été initiée en 2016 par l'ONG ACORD, prestataire de services de plusieurs projets du FIDA. EMER est une nouvelle approche qui ambitionne d'opérer un changement profond au niveau des exploitations agricoles afin d'assurer la sécurité alimentaire des ménages et de dégager un surplus commercialisable. Pour y parvenir, un « paquet » de bonnes pratiques agricoles est mis en œuvre au moyen d'un plan de rotation et d'assolement minutieusement étudié. L'étape la plus cruciale de l'approche est l'accompagnement des ménages EMER dans la définition d'une vision qui repose sur une sécurité alimentaire et une rentabilité économique assurées.

Le choix des ménages EMER repose sur un bon nombre de critères quantitatifs et mesurables :

1. Avoir une exploitation d'au moins un ha de terres et posséder au moins une vache laitière en stabulation permanente ;

[1]*Source : Caritas international.be : Fiche descriptive de l'approche EFICC*

2. Un âge compris entre 20 et 45 ans compatible avec l'émergence des projets individuels, les plus âgés sont considérés comme plus averses aux risques et résistent aux changements ;
3. Niveau d'instruction correspondant à au moins la sixième année du fondamental,
4. Avoir une exploitation accessible pour faciliter les visites et correctement aménagée (existence de dispositifs antiérosifs tels que des fossés végétalisés ; des arbres agroforestiers).

Les principes de base qui guident la mise en œuvre des aménagements des exploitations agricoles sont notamment :

- L'intérieur de l'enclos qui laisse apparaître ses éléments physiques constitutifs : maison d'habitation, étable d'élevage, kitchen garden, latrine, autres dispositifs de petit élevage (porcherie, poulailler, chèvrerie) ;
- Le bananier installé tout près de la maison pour les raisons de sécurité ;
- Les cultures vivrières en rotation saisonnière ainsi que leur répartition à l'aide des dispositifs anti érosifs : assolement basé sur les fossés et haies antiérosives, l'accompagnement des dispositifs par les essences agro forestières telles que le calliandra;
- L'embocagement à l'aide des essences agro forestières (calliandra) ;
- La plantation des cultures fourragères (tripsacum et mucuna).

Des agri-éleveurs ont esquissé le schéma d'une exploitation correctement aménagée comme montré par la figure suivante :

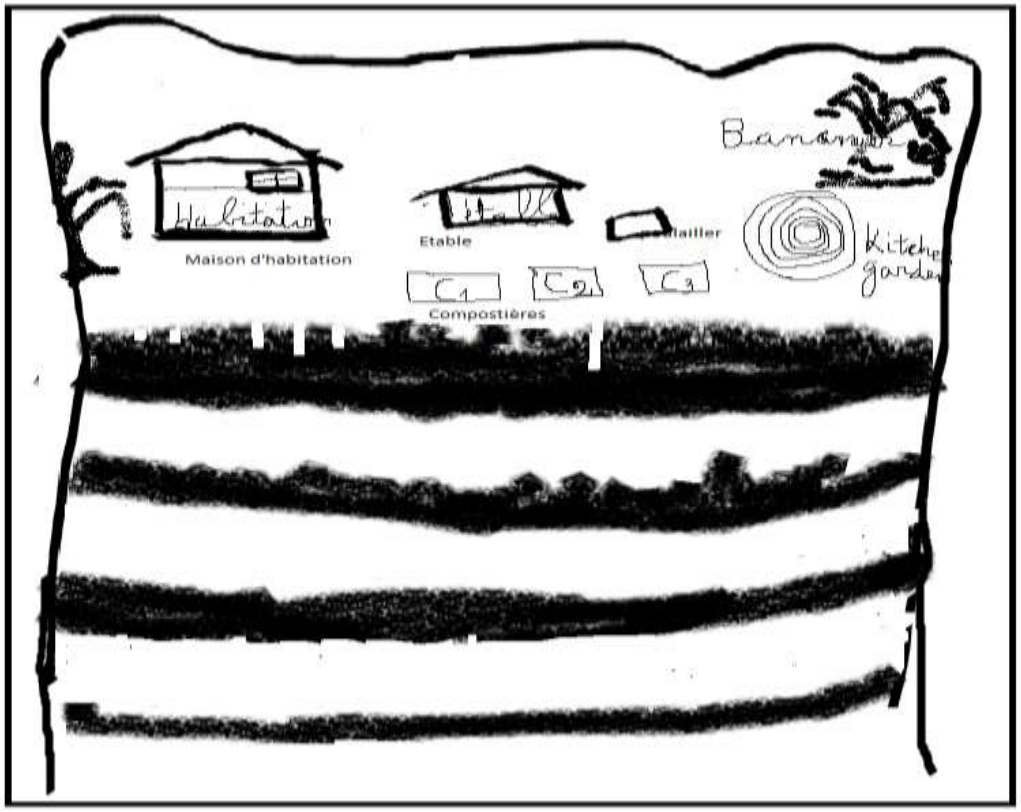


Figure 2: Schéma d'une exploitation aménagée type[2]

La formation des EMER sélectionnés vise à corriger les inefficiences constatées dans la conduite de l'élevage bovin et dans l'adoption des pratiques agricoles. De plus, l'agri éleveur doit avoir des fiches qu'il garde avec lui pour référence permanente dans ses activités quotidiennes (normes d'utilisation des intrants, normes d'écartement, de fertilisation, d'application des pesticides, etc.). Il est important d'avoir une vision : l'agriculteur partage sa vision avec son ménage puis avec sa communauté.

L'approche consiste à organiser des séances de sensibilisation afin de cibler les gens engagés (modèle dans la communauté) puis fournir des appuis conseils/encadrement. L'objectif est d'être un modèle dans la relation homme/femme (Gender Action Learning System - GALS), dans les systèmes de production (GERME : gérer mieux son entreprise), module développé par le Bureau International du Travail (BIT)), dans la communauté (alimentation, habitat, électrification solaire, biogaz, hygiène) et pour l'environnement (résilience au changement climatique).

[2] ACORD BURUNDI (2018) : *Feuille de Route des Exploitations Modèles Economiquement Rentables*

Une EMER reçoit au départ un kit d'intrants d'une valeur de 400.000 BIF (plants fruitiers, hybride de maïs, plants de bananier, semences de haricot de l'ISABU qui a un contrat de production des semences de qualité avec les projets du FIDA comme PRODEFI).

Depuis 2018, il y a aussi les appuis aux exploitations pour la résilience au changement climatique en déployant des variétés adaptées de courte saison et moins exigeantes en temps de cuisson, ainsi que les techniques de gestion de l'eau. Les filières considérées comme rentables sont : lait, banane, riz, maraîchage, maïs.

Les EMER disposent des fiches de comptabilité agricole qu'ils complètent régulièrement pour faciliter le calcul de la rentabilité de l'exploitation. La rentabilité financière de chaque spéculation retenue dans l'exploitation doit être confirmée par une marge brute supérieure à zéro et donc une marge bénéficiaire positive ; dans le cas contraire, la spéculation est abandonnée.

L'évaluation de la rentabilité des EMER revient à voir dans quelles mesures les réalisations du ménage ont contribué à l'atteinte de ses objectifs de développement. Ces derniers sont issus de l'activité agro pastorale et satisfont au bien-être familial. L'évaluation de l'accumulation des biens acquis grâce à l'action d'encadrement EMER témoignera de la visibilité de cette dernière. Ces biens peuvent être : (i) la qualité des matériaux de construction des maisons d'habitation rénovée ; (ii) l'acquisition de propriétés foncières et d'animaux (petit bétail) ; (iii) l'acquisition de nouveau matériel de transport et de communication ; (iv) l'acquisition de meubles de luxe au sein des habitations des EMER (ACORD BURUNDI, 2018).

Pour pérenniser les acquis de l'approche, il est prévu que les EMER formées puissent partager les connaissances acquises à travers les CEP et visites d'échanges d'expérience.

On dénombre environ 3 000 noyaux EMER encadrés par ACORD au Burundi qui ont reçu des appuis directs. Il est important de souligner que ceux-ci s'inscrivent dans le principe des chaînes de solidarités communautaires. Ainsi et par exemple, les bénéficiaires des vaches se sont engagés à remettre le premier veau à un autre ménage. Ceci présente l'avantage à la fois de démultiplier les impacts mais également d'éviter la perception de l'appui comme un cadeau et donc à mieux rencontrer le principe d'autopromotion (Lebailly *et al*., 2020).

CHAPITRE IV : MATERIELS ET METHODOLOGIE ANALYTIQUE

La recherche scientifique est un processus dynamique ou une démarche rationnelle qui permet d'examiner des phénomènes, des problèmes à résoudre, et d'obtenir des réponses précises à partir d'investigations. Ce processus utilise une méthodologie donnée et conduit à l'acquisition de nouvelles connaissances. Les fonctions de la recherche sont de décrire, d'expliquer, de comprendre, de contrôler, de prédire des faits, des phénomènes et des conduites (Van der Maren, 1996).

De cette façon, notre méthodologie s'appuie sur l'approche quantitative qui vise à recueillir des données observables et quantifiables avec un questionnaire à travers une enquête. Elle aboutit à des données chiffrées qui permettent de faire des analyses descriptives, des tableaux et graphiques, des analyses statistiques, des modèles mathématiques, etc.

Ce chapitre décrit la zone d'étude et la population cible, la méthodologie d'échantillonnage, les outils de collecte et d'analyse des données utilisés ainsi que les modèles empruntés pour arriver aux résultats. Ainsi, les étapes poursuivies pour aboutir aux résultats sont résumées sur le schéma suivant :

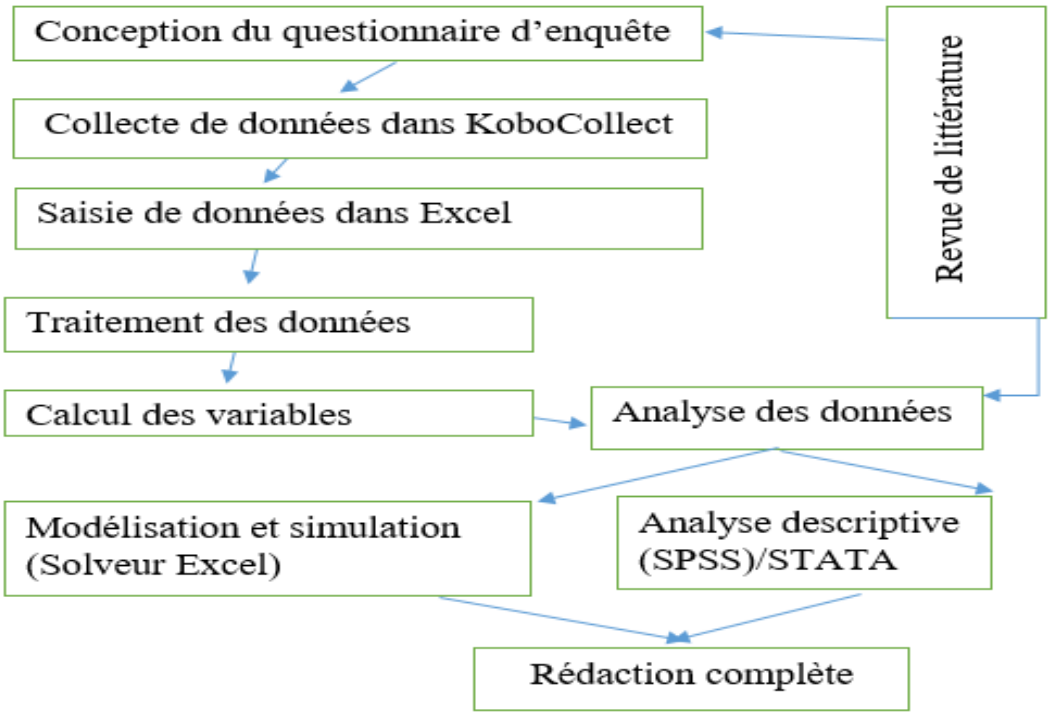


Figure 3: Les principales étapes de la recherche

IV.1 Zone d'étude et la population cible

La population concernée par cette étude sont des chefs de ménages qui ont bénéficié de l'appui des approches EFICC et EMER dans le cadre de les accompagner à assurer une alimentation saine et équilibrée, dégager un revenu capitalisable pour la satisfaction des besoins divers du ménage exploitant et rayonner en faveur des exploitants voisins. Cette population cible se localise dans la province de Gitega et de Muyinga. Les communes Bugendana de la province Gitega (pour l'approche EMER) et Mwakiro de la province Muyinga (pour l'approche EFICC) ont été choisies après avoir consulté les équipes de projets concernés car c'est là où les deux approches ont été mise en œuvre.

IV.2 La méthodologie d'échantillonnage

IV.2.1 Détermination de la taille de l'échantillon

Les enquêtes auprès des ménages ont été menées par une équipe de 4 étudiants de master en développement rural et agrobusiness expérimentés dans la collecte des données. L'échantillonnage a été déterminé sur base d'une liste d'agriculteurs qui ont bénéficié l'appui des

approches EFICC et EMER. Les enquêtés ont été sélectionnés au hasard et au total, 30 ménages ont été interrogés pour l'approche EMER et 32 ménages pour l'approche EFICC.

Cette taille de l'échantillon des chefs de ménages enquêtés a été déterminée en utilisant la formule d'Ardilly (2006) : $n_i = \frac{C_i}{c_i}$ (annexe B) (11)

Avec :

- n_i : le nombre de chefs de ménages enquêtés pour chaque zone ;
- C_i : le budget total disponible pour faire l'enquête dans chaque zone ;
- c_i : le budget nécessaire pour un seul enquêté dans chaque zone.

Ainsi, le tableau 1 montre la répartition de l'échantillon par colline.

Tableau 1: Répartition de l'échantillon par colline

Commune	**Colline**	**Effectifs**
Mwakiro	Butobwe	11
	Muyange	11
	Mwakiro	10
Bugendana	Cishwa	10
	Mugitega	10
	Nyakeru	10

IV.2.2 Conception du questionnaire, collecte et nettoyage des données

Avant de concevoir un questionnaire d'enquête, il nous a été opportun de documenter d'abord les écrits des autres chercheurs tels que les thèses, les papiers, les mémoires et de visiter les sites internet pour comprendre les techniques de modélisation en économie agricole. Grâce à la lumière de la lecture des articles spécialisés sur la programmation mathématique positive, nous avons eu un aperçu sur la nature des données à collecter pour alimenter l'étude.

Ainsi, le questionnaire d'enquête a-t-il été divisé en quatre parties principales comprenant à la fois des questions fermées et des questions ouvertes. La première partie concerne les

caractéristiques générales des ménages. La deuxième partie concerne les caractéristiques des exploitations agricoles, notamment la taille totale de l'exploitation, les cultures pratiquées, la superficie réservée à chaque culture, la gestion de la fertilité des sols et l'élevage. La troisième partie du questionnaire concerne la production agricole et les intrants utilisés, ainsi que les moyens d'accès aux intrants. La dernière partie comprend les aspects de gestion qui concerne les dépenses engagées et les sources de revenu du ménage.

Ce questionnaire a été conçu sous format Excel, facilitant sa digitalisation dans KoboCollect. Après la digitalisation et le déploiement du questionnaire dans les smartphones, une collecte des données a commencé et a eu lieu au mois de novembre 2021. Au moment de l'enquête, il a été demandé aux agriculteurs de dresser la liste des membres du ménage, du plus âgé au plus jeune, et cela a aidé dans le calcul de la couverture des besoins nutritionnels par leur production.

Les agriculteurs ont été également interrogés sur la façon dont ils tiennent la comptabilité et ont montré les pièces servant à tenir la comptabilité.

Les données quotidiennement collectées étaient transférées sur le serveur KoboCollect. A la fin de l'enquête, toutes les données ont été téléchargées sous format Excel pour le contrôle de leur qualité.

IV.3 Contraintes rencontrées au cours de la collecte des données

Au cours de notre travail, nous avons rencontré certaines contraintes notamment liées à la collecte des données, aux enquêtés et l'analyse de certaines variables.

En effet, la collecte des données a été d'abord handicapée par l'insuffisance des moyens financiers. Le mémoire n'étant pas financé, nous avons été contraints de faire des enquêtes dans deux communes seulement.

Ensuite, certains enquêtés avaient tendance à cacher certaines données quantitatives surtout les données sur la récolte. Les agriculteurs qui ne tiennent pas leur comptabilité ont des difficultés dans l'estimation de la main d'œuvre extérieure utilisée, la quantité de fumure organique, d'engrais chimiques et de semences utilisée.

Enfin, le manque d'unité standard de mesure nous a conduit à faire des estimations à partir des instruments utilisés en milieu rural comme les paniers, les bassines, les sacs, les casseroles, etc. Les cultures fourragères sont conduites sous forme de haies le long des courbes de niveau alors

que toutes les autres cultures sont plantées sur des surfaces. Cela a été une contrainte au moment de la modélisation car les cultures n'étaient pas exprimées dans les mêmes unités.

Le manque des données sur le paramètre ratio d'équivalence de terres (REL) qui indique combien d'unités de surface sont nécessaires pour produire, dans un système de monoculture, la même quantité de chaque culture produite par unité de surface de culture intercalaire (SIBOMANA et al., 2020) a été aussi une contrainte dans l'analyse des données.

IV.4 Aspects de la modélisation

Une analyse descriptive a été réalisée à l'aide des logiciels SPSS et STATA. Cette analyse a porté sur les caractéristiques des agriculteurs, les caractéristiques des exploitations, la gestion des ressources et les tests de comparaison des moyennes.

L'allocation des ressources et les modèles de production ont été analysés à l'aide du solveur Excel. Les agriculteurs doivent sans cesse prendre des décisions sur ce qu'ils doivent produire pour optimiser leur production et assurer la couverture de leurs besoins nutritionnels.

Les méthodes de programmation linéaire sont souvent appliquées pour résoudre ce type de problèmes d'optimisation en agriculture (Sakalauskas et Zavadskas, 2008). Pour cette recherche, un modèle de programmation mathématique positive a été utilisé pour évaluer la combinaison la plus optimale de ressources dans le système agricole déjà existant. En outre, le modèle a été utilisé pour évaluer la couverture des besoins nutritionnels des ménages EFICC et EMER grâce à leur production.

IV.5 Modèles d'optimisation

La programmation mathématique est devenue un outil important et largement utilisé pour l'analyse en économie agricole. Le but principal d'utiliser des modèles de programmation mathématique en économie agricole est de savoir comment utiliser au mieux des ressources limitées. Il importe de distinguer deux grands types de modèles de programmation mathématique en économie agricole : programmation mathématique normative et la programmation mathématique positive (Buysse *et al.,* 2006). L'optimisation peut donc être utilisée à des fins normatives et positives.

Leur utilisation normative consiste à réaffecter les ressources pour atteindre un niveau plus élevé de satisfaction des objectifs en éliminant les inefficacités tandis que leur utilisation positive

consiste à reproduire et à simuler une allocation des ressources dans le monde réel (Berger et Schreinemechers,2006).

Pour cette étude, nous nous sommes référés sur le modèle de Gohin & Chantreuil,1999 (voir l'équation $_{(1)}$ pour définir nos modèles.

Ainsi, le modèle utilisé pour la valorisation des ressources est :

$$Max\sum_{i=1}^{n} P_i R_i L_i - \sum_{i=1}^{n} C_i T \qquad (12)$$

Sous contraintes de :

1) $$\sum_{i=1}^{n} L_i \leq \overline{L} \qquad (13)$$

2) $$\sum_{i=1}^{n} MO_i \leq MOD \qquad (14)$$

Avec :

- P_i : Prix unitaire en BIF
- R_i : Rendement par culture en kg
- L_i : Superficie consacrée à chaque culture
- C_iT : Coûts totaux de production par culture
- $\overline{L}$: Dotation foncière de l'exploitation
- MO : Besoins en main d'œuvre par culture
- MOD : Main d'œuvre disponible
- i : Indice des cultures et n est le nombre des cultures

D'autre part, le modèle suivant a été utilisé pour évaluer la couverture des besoins nutritionnels des ménages :

$$Max \sum_{i=1}^{n} \sum_{k=1}^{n} P_i X_{ik} - \sum_{i=1}^{n} \sum_{k=1}^{n} C_i X_{ik} \quad (15)$$

Sous contraintes de :

1) $$10 \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \sum_{k=1}^{n} [a_i (X_{ij} - X_{ik})] = 15\% BEM \quad (16)$$

2) $$10 \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \sum_{k=1}^{n} [b_i (X_{ij} - X_{ik})] = 30\% BEM \quad (17)$$

3) $$10 \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \sum_{k=1}^{n} c_i [(X_{ij} - X_{ik})] = 55\% BEM \quad (18)$$

Avec :

- a : Quantité de protéines contenue dans 100g du produit alimentaire i.
- b : Quantité de lipides contenue dans 100g du produit alimentaire i.
- c : Quantité de glucides contenue dans 100g du produit alimentaire i.
- X_{ij} : Quantité produite pour un produit alimentaire i.
- X_{ik} : Quantité vendue pour un produit alimentaire i.
- i : Indice des cultures et n est le nombre des cultures.
- j : Indice de production
- k : Indice de vente
- $15\%, 30\%, 55\%$ sont respectivement des apports des protéines, lipides et glucides en besoins énergétiques pour une alimentation équilibrée.
- 10 : facteur de multiplication sur les 100g du produit afin d'arriver au kg, une unité prise comme référence.

DEUXIEME PARTIE : PRESENTATION DES RESULTATS

CHAPITRE V : IDENTIFICATION DES MENAGES ET DESCRIPTION DES EXPLOITATIONS AGRICOLES

V.1 Identification du répondant

V.1.1 Age

Les résultats statistiques de l'âge des chefs des ménages sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2: Description statistique de l'âge des chefs des ménages

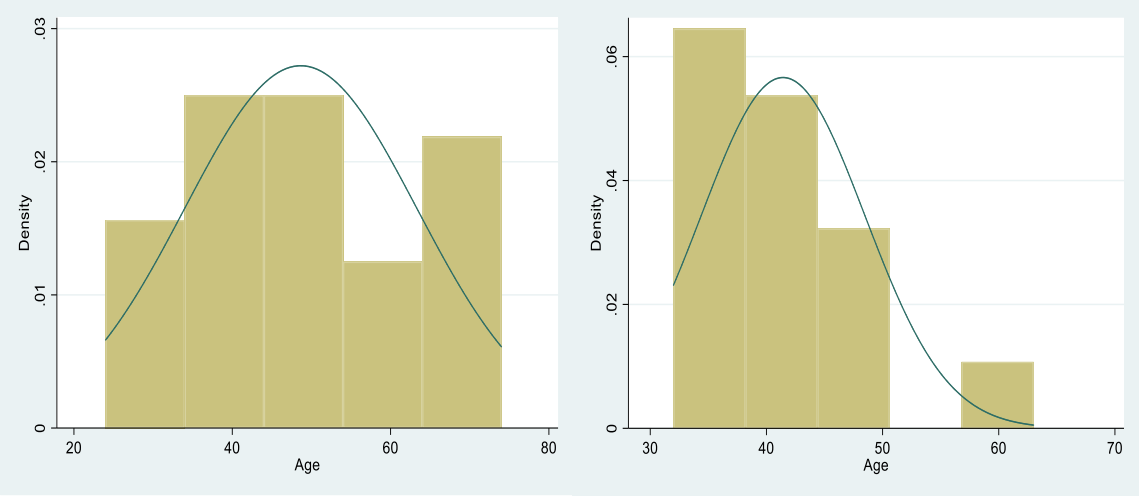
Approches	Moyenne	Médiane	Coefficient de Skewness	Test de normalité	Intervalle de confiance à 95%
EFICC	48,65±14,66	45	0,23	0,5421	43,37 53,94
EMER	41,43±7,045	41	1,31	0,0034	38,80 44,06

Les résultats de ce tableau permettent de faire les analyses suivantes :

L'âge moyen des chefs des ménages EFICC enquêtés est de 48,65ans et varie de 43,37 à 53,94 au seuil de 5% alors que l'âge moyen des chefs des ménages EMER enquêtés est de 41,43 ans et varie de 38,8 à 44,06 au seuil de 5%. La différence en moyenne de l'âge du chef d'un ménage EFICC enquêté et un autre est de 14,66 ans alors qu'elle est de 7,045 ans pour les chefs des ménages EMER enquêtés. La moitié des ménages EFICC enquêtés ont un âge inférieur à 45 ans tandis que 50 % des ménages EMER enquêtés ont un âge inférieur à 41 ans. Cet âge médian (Me=45 pour EFICC et Me=41 pour EMER) tombe dans l'intervalle de confiance de la moyenne ; la médiane et la moyenne sont statistiquement égales. Cela signifie que la majorité des chefs de ménages EFICC et EMER ont un âge qui ne s'écarte pas de l'âge moyen. Les résultats du test de Skewness montrent que l'âge des chefs des ménages EFICC est normalement distribué (p-valeur=0,5421). Cela signifie que l'âge des chefs des ménages EFICC ne varie pas énormément d'un ménage à un autre et tourne autour de la moyenne. Quant aux ménages EMER, les résultats du test de Skewness montrent que l'âge des chefs de ces ménages n'est pas normalement distribué (p-valeur=0,0034). Cela signifie que l'âge des chefs des ménages EMER varie énormément d'un ménage à un autre et ne tourne pas autour de la moyenne.

De ce qui précède, le constat est que les chefs de ménages EMER sont jeunes par rapport aux chefs des ménages EFICC. Cet âge tombe dans la tranche d'âge de 20 à 45 ans que l'approche EMER exige à ses bénéficiaires. Cette approche explique qu'autant l'exploitant est vieux, autant il a tendance à se laisser faire, se laisser aller (ACORD BURUNDI, 2018). Ce critère va de pair avec la capacité d'adaptation des exploitants tant aux nouvelles technologies que face à des perturbations comme le changement climatique. Cette approche ajoute que les vieux n'ont plus envie de fixer des objectifs à long terme. De ce critère, l'approche EFICC n'en dit mot.

Les graphiques suivants montrent la distribution de l'âge des chefs de ménages EFICC et EMER.



EFFIC **EMER**

Figure 4: Distribution de l'âge des chefs des ménages

V.1.2 Etat civil et niveau d'études des chefs des ménages

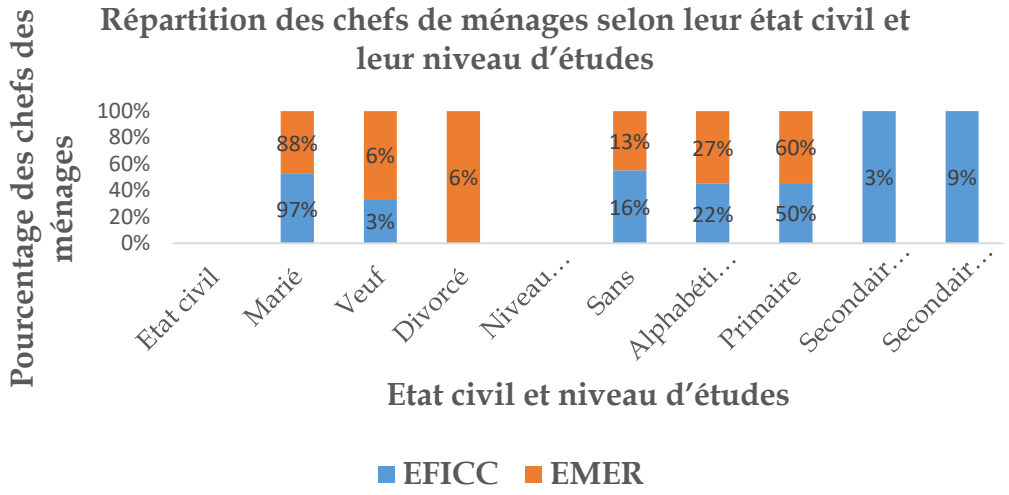


Figure 5: Description de l'état civil et du niveau d'études des chefs des ménages

Les résultats de cette figure montrent que 97% des chefs de ménages EMER sont mariés contre 88% des chefs de ménages EFICC. Les veufs représentent 3% des chefs de ménages EMER contre 6% des chefs de ménages EFICC. Pour les EMER, aucun chef de ménage enquêté n'a divorcé alors que cette catégorie est représentée à 6% chez les ménages EFICC.

D'autre part, nous constatons que 16% des chefs de ménages EFICC n'ont pas fréquenté l'école contre 13% des chefs de ménages EMER. 22% des chefs de ménages EFICC ont fait l'alphabétisation contre 27% des chefs de ménages EMER et 50% des chefs de ménages EFICC ont un niveau primaire contre 60% des chefs de ménages EMER. 3% des chefs de ménages EFICC ont un niveau secondaire cycle inférieur et 9% des chefs de ménages EFICC ont un niveau secondaire cycle supérieur

D'après cette analyse, nous remarquons que, comparativement à l'approche EFICC, peu de ménages EMER n'ont pas fréquenté l'école et la majorité ont au moins un niveau primaire. Cela cadre avec les exigences de l'approche EMER dans la sélection des bénéficiaires qui stipulent qu'un bénéficiaire doit avoir au moins un niveau de l'école primaire complète ou 6ème année réussie ou pas car, planifier la production suppose la connaissance élémentaire des mesures de longueur, de poids, de volume et de surface ainsi que des mesures agraires. Ainsi, serait-il difficile de parler de la notion de m, kg, litre, m^2, m^3, ares et ha à quelqu'un qui n'a pas fait l'école primaire. En outre, c'est impossible de pouvoir planifier la production sans calculer la

superficie, la longueur, la largeur, le poids des intrants et de la récolte, le rendement et tous ses corollaires de gain ou de pertes de production.

L'approche EFICC quant à elle n'exige pas un niveau d'études. Elle identifie rapidement parmi ses bénéficiaires ceux qui se démarquent par leur motivation et leur dynamisme et leur propose de devenir des « paysans relais ». Ces derniers sont alors en charge de soutenir d'autres bénéficiaires.

V.1.3Activité principale et secondaire des chefs de ménages

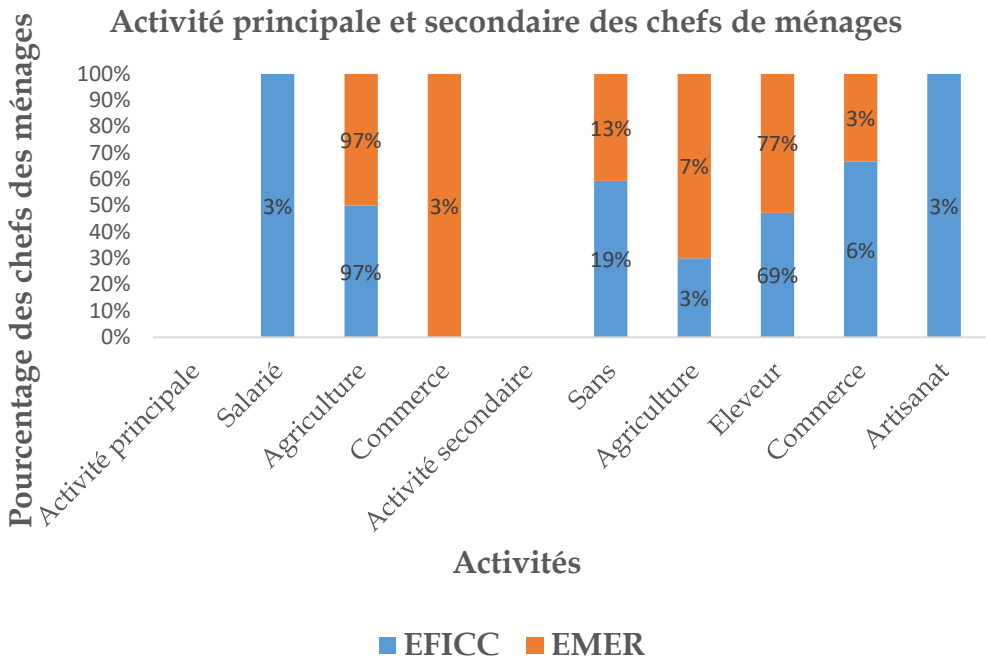


Figure 6: Description de l'activité principale et secondaire des chefs des ménages

Les résultats de cette figure montrent que des ménages EFICC et EMER font principalement l'agriculture à raison de 97%. Les ménages qui exercent une fonction publique (salariés) comme activité principale représentent 3% des ménages EFICC et 3% des ménages EMER exercent le commerce comme activité principale.

Secondairement, les ménages font l'élevage à raison de 69% des ménages EFICC contre 77% des ménages EMER. D'autres activités qui viennent en deuxième position sont le commerce qui représente 3% pour les ménages EMER et 6% pour les ménages EFICC et l'artisanat qui

représente 6% des ménages EFICC. Il convient de noter que même les ménages qui ne font pas de l'agriculture une activité principale en font une activité secondaire (3% des ménages EFICC pratiquent l'agriculture comme activité secondaire contre 7% des ménages EMER).

Des analyses ci-dessus, nous constatons que les EMER qui mettent l'élevage au 2ème rang de leurs activités sont supérieurs aux EFICC. Cela se justifie par l'importance que le duo ACORD/PRODEFI accorde à l'élevage spécialement le bovin. Après avoir considéré que ce dernier est pourvoyeur de fumier pour la fertilisation des terres, de la production du lait et de revenus ; le programme PRODEFI a distribué à tous les exploitants modèles une vache à haut potentiel laitier (10 à 20 litres par jour) en tenant compte des capacités de l'agri-éleveur.

D'autre part, bien que l'approche EFICC ne distribue pas le bovin aux bénéficiaires, la part qu'occupe l'élevage par rapport aux autres activités des EFICC n'est pas moindre. Il occupe la deuxième place et est adopté à 69%. De plus, l'élevage est l'une des trois composantes de l'approche EFICC et selon elle, le bétail constitue un capital non seulement utile à moyen terme pour l'amélioration et la diversification des sources de revenus du ménage mais plus particulièrement important pour la production du fumier.

V.1.4 Taille du ménage, superficie totale cultivable, fumure organique obtenue et revenu total des ménages

Les résultats statistiques de la taille du ménage, de la superficie totale cultivable, de la quantité de fumure organique obtenue sur l'exploitation et du revenu total des ménages sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3: Description statistique de la taille des ménages

Variables	Approches	Moyenne	Médiane	Coefficient de Skewness	Test de normalité	Intervalle de confiance à 95%
Taille du ménage	EFICC	6,5±2,46	7	-0,0395012	0,9155	5,61 7,39
	EMER	6,5±1,35	6,5	-0,1134493	0,7668	6,03 7,04
Superficie totale en ha	EFICC	2,67±1,78	2,25	1,637515	0,0004	2,03 3,3
	EMER	2,69±2,27	2	2,502721	0,0000	1,85 3,55
Revenu en BIF	EFICC	4255525 ± 3521187	3191750	1,594759	0,0006	2986002 5525048
	EMER	5487490 ± 2846056	4533300	0,8308567	0,0441	4424755 6550224
Quantité de fumure organique en tonnes	EFICC	6,93±6,15	5,5	1,637515	0,0046	4,72 9,16
	EMER	9,57±6,87	8	2,273068	0,0000	7 12,13

Des résultats de ce tableau, nous pouvons en faire les analyses suivantes :

La taille moyenne du ménage EFICC et EMER enquêté est de 6,5 et varie de 5,61 à 7,39 au seuil de 5% pour un ménage EFICC et de 6,03 à 7,04 pour un ménage EMER. La différence en moyenne de la taille du ménage EFICC enquêté et un autre est de 2,46 alors qu'elle est de 1,35 pour un ménage EMER. La moitié des ménages EFICC enquêtés ont une taille inférieure à 7 tandis que la moitié des ménages EMER enquêtés ont une taille inférieure à 6,5. La médiane (Me=7 pour EFICC et Me=6,5 pour EMER) tombe dans l'intervalle de confiance de la

moyenne pour les EMER et les EFICC, ce qui prouve que la médiane et la moyenne sont statistiquement égales. Autrement dit, la majorité des ménages EFICC et EMER ont une taille qui ne s'écarte pas de la taille moyenne. Les résultats du test de Skewness montrent que la taille des ménages EFICC et EMER est normalement distribuée (p-valeur=0,9155 pour EFICC et p-valeur=0,7668 pour EMER). Cela signifie que le nombre de personnes dans les ménages EFICC et EMER ne varie pas énormément d'un ménage à un autre et tourne autour de la moyenne. Pour les approches qui prônent l'utilisation essentielle de la main d'œuvre familiale et occasionnelle de la main d'œuvre payée, la taille moyenne de 6,5 pour les ménages EFICC et EMER est raisonnable.

Concernant la quantité de fumure organique obtenue annuellement sur l'exploitation, nous remarquons qu'en moyenne les ménages EFICC obtiennent 6,93T qui varie de 4,72T à 9,16T au seuil de 5%. La différence en moyenne de la quantité de fumure organique obtenue d'un ménage EFICC enquêté et un autre est de 6,15T. Les ménages EMER obtiennent en moyenne une quantité de fumure organique sur l'exploitation égale à 9,57T par an. Cette quantité varie de 7T à 12,13T au seuil de 5% et la différence en moyenne de la quantité de fumure organique obtenue d'un ménage EMER enquêté et un autre est de 6,87T. La moitié des ménages EFICC enquêtés obtiennent une quantité de fumure organique inférieure à 5,5T tandis que la moitié des ménages EMER enquêtés en obtiennent 8T. La médiane (Me=5,5 pour EFICC et Me=8 pour EMER) tombe dans l'intervalle de confiance de la moyenne pour les EMER et les EFICC ce qui prouve que la médiane et la moyenne sont statistiquement égales. Les résultats du test de Skewness montrent que la quantité de fumure organique obtenue annuellement sur l'exploitation n'est pas normalement distribuée entre les ménages EFICC et EMER (p-valeur=0,0046 pour EFICC et p-valeur=0,0000 pour EMER). Cela signifie que certains ménages obtiennent une grande quantité alors que la majorité a une petite quantité de fumure organique.

D'autre part, nous constatons que la superficie moyenne des ménages EFICC enquêtés est de 2,67 ha et varie de 2,03 ha à 3,3 ha au seuil de 5%. La différence en moyenne de la superficie des ménages EFICC enquêtés est de 1,78 ha. Pour les ménages EMER, leur superficie moyenne est de 2,69 ha et varie de 1,85 ha à 3,55 ha au seuil de 5%. La différence en moyenne de la superficie des ménages EMER enquêtés est de 2,27 ha. La moitié des ménages EFICC enquêtés ont une superficie inférieure à 2,25 ha tandis que la moitié des ménages EMER enquêtés ont une

superficie inférieure à 2 ha. La médiane (Me=2,25 pour EFICC et Me=2 pour EMER) tombe dans l'intervalle de confiance de la moyenne pour les EMER et les EFICC ce qui prouve que la médiane et la moyenne sont statistiquement égales. Autrement dit, la majorité des ménages EFICC et EMER ont une superficie qui ne s'écarte pas de la superficie moyenne. Les résultats du test de Skewness montrent que la superficie la superficie n'est pas normalement distribuée entre les ménages EFICC et EMER (p-valeur=0,0004 pour EFICC et p-valeur=0,0000 pour EMER). Cela signifie que certains ménages ont une grande superficie alors que la majorité a une petite superficie.

En plus, le revenu moyen ménages EFICC enquêtés est de 4 255 525 BIF et varie de 2 986 002BIF à 5 525 048BIF au seuil de 5%. La différence en moyenne du revenu des ménages EFICC enquêtés est de 3 521 187BIF. Pour les ménages EMER, leur revenu moyen est de 5 487 490BIF et varie de 4 424 755BIF à 6550 224BIFau seuil de 5%. La différence en moyenne du revenu des ménages EMER enquêtés est de 2 846 056BIF. La moitié des ménages EFICC enquêtés ont un revenu inférieur à 3 191 750BIF tandis que la moitié des ménages EMER enquêtés ont un revenu inférieur à 4 533 300BIF. La médiane (Me=3 191 750 pour EFICC et Me=4 533 300 pour EMER) tombe dans l'intervalle de confiance de la moyenne pour les EMER et les EFICC ce qui prouve que la médiane et la moyenne sont statistiquement égales. Autrement dit, la majorité des ménages EFICC et EMER ont un revenu qui ne s'écarte pas du revenu moyen. Les résultats du test de Skewness montrent que le revenu n'est pas normalement distribué entre les ménages c'est-à-dire que certains ménages ont un grand revenu alors que la majorité des ménages a un petit revenu.

Après avoir remarqué que les superficies et le revenu ne sont pas normalement distribués entre les ménages enquêtés, nous les avons répartis en tranches pour voir dans quelle tranche de superficie et de revenu appartiennent la majorité des ménages enquêtés.

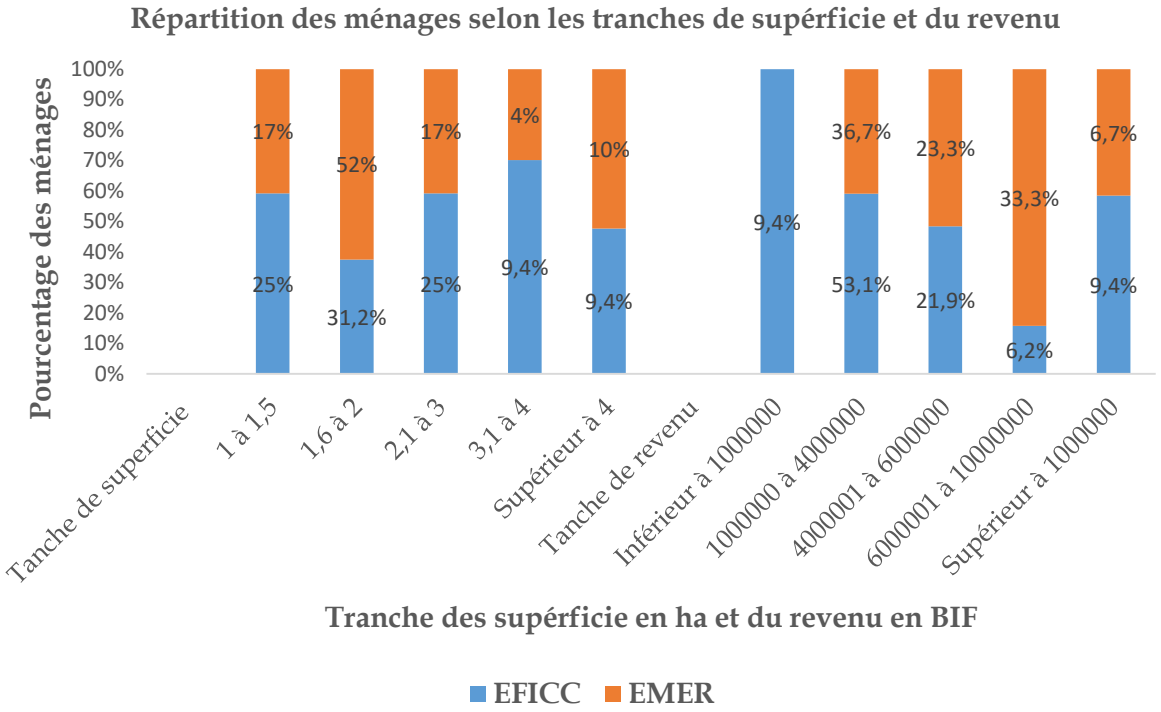


Figure 7: Répartition des ménages selon les tranches de superficie et du revenu

Les résultats de cette figure montrent que :

- 25% des ménages EFICC ont une superficie comprise entre 1 et 1,5 ha contre 17% des ménages EMER.
- 31,2% des ménages EFICC ont une superficie comprise entre 1,6 et 2 ha contre 52% des ménages EMER.
- 25% des ménages EFICC ont une superficie comprise entre 2,1 et 3 ha contre 17% des ménages EMER.
- 9,4% des ménages EFICC ont une superficie comprise entre 3,1 et 4 ha contre 4% des ménages EMER.
- 9,4% des ménages EFICC ont une superficie supérieure à 4 ha contre 10% des ménages EMER.

D'autre part, le revenu des ménages est réparti comme suit :

- 9,4 % des ménages EFICC ont un revenu inférieur à 1 000 000 BIF

- 53,1% des ménages EFICC ont un revenu compris entre 1 000 000 BIF et 4 000 000 BIF contre 36,7% des ménages EMER.
- 21,9% des ménages EFICC ont un revenu compris entre 4 000 001 BIF et 6 000 000 BIF contre 23,3% des ménages EMER.
- 6,2% des ménages EFICC ont un revenu compris entre 6 000 001 BIF et 10 000 000 BIF contre 33,3% des ménages EMER.
- 9,4% des ménages EFICC ont un revenu supérieur à 10 000 000 BIF contre 6,7% des ménages EMER.

V.2 Détermination du prix de revient, base des prix pour la vente des denrées alimentaires et évaluation des achats par rapport aux ventes

La figure 8 montre la connaissance que les ménages ont sur la détermination de leur prix de revient, la base des prix sur laquelle ils vendent leurs denrées alimentaires et évalue les achats par rapport aux ventes.

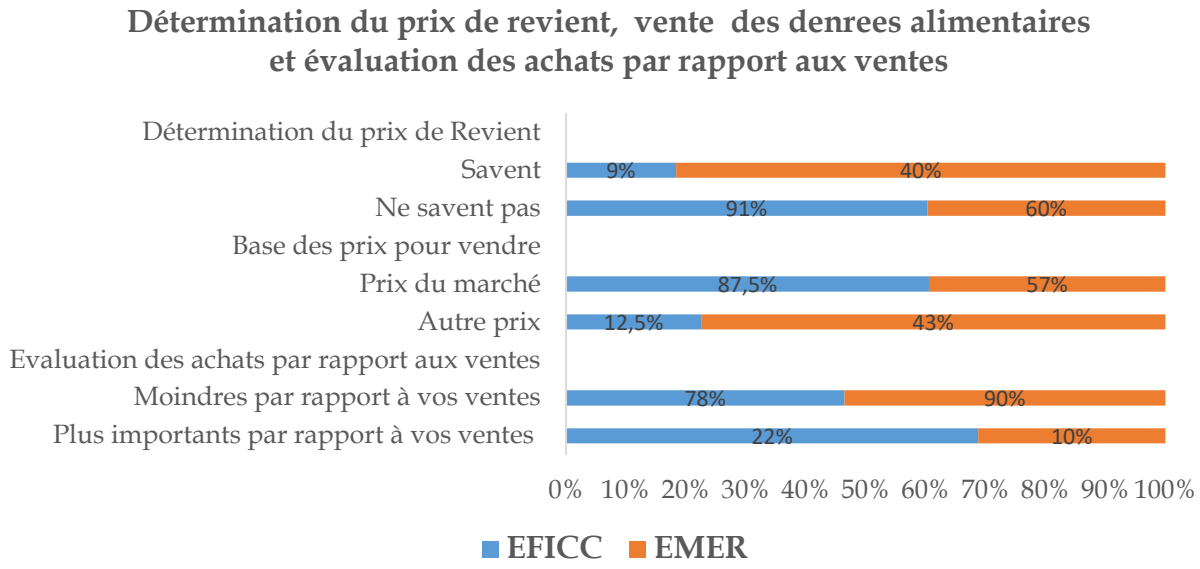


Figure 8: Connaissance sur la détermination du prix de revient et vente des denrées alimentaires

Pour la connaissance sur la détermination du prix de revient, l'analyse des résultats de la figure ci-après montre que :

- 91% des ménages EFICC ne savent pas déterminer le prix de revient de leurs produits agricoles contre 9% qui le savent.

- 60% des ménages EMER ne savent pas déterminer le prix de revient de leurs produits agricoles contre 40% qui le savent.

Concernant la base des prix sur laquelle les ménages vendent leurs denrées alimentaires, l'analyse des résultats de cette figure ci-haut montre que :

- 87,5% des ménages EFICC vendent leurs produits agricoles aux prix du marché sans tenir compte de prix de revient contre 12,5% qui les vendent en tenant compte de leur prix de revient.
- 57% des ménages EMER vendent leurs produits agricoles aux prix du marché sans tenir compte de prix de revient contre 43% qui les vendent en tenant compte de leur prix de revient.

Enfin, il en découle de cette figure l'importance des achats par rapport aux ventes. Ainsi :

- 78% des ménages EFICC affirment que leurs achats sont moindres par rapport à leurs ventes contre 22% qui disent que leurs achats sont moindres par rapport à leurs ventes.
- 90% des ménages EMER affirment que leurs achats sont moindres par rapport à leurs ventes contre 10% qui disent le contraire.

V.3 Utilisation des revenus des exploitations

La figure 9 montre comment les ménages affectent le revenu provenant de leurs exploitations agricoles.

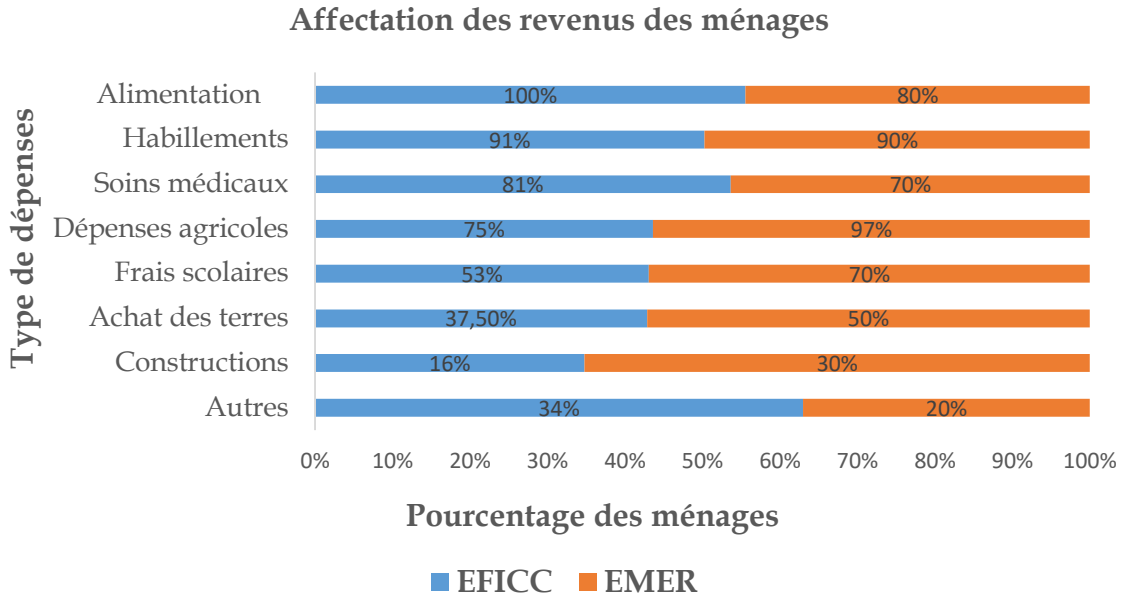


Figure 9: Affectation des revenus des ménages

Les résultats de cette figure montrent que :

- 100% des ménages EFICC affectent leur revenu dans l'alimentation contre 80% des ménages EMER qui l'y affectent.
- 91% des ménages EFICC affectent leur revenu dans l'habillement contre 90% des ménages EMER qui l'y affectent.
- 81% des ménages EFICC affectent leur revenu dans les soins médicaux contre 70% des ménages EMER qui l'y affectent.
- 75% des ménages EFICC affectent leur revenu dans les dépenses agricoles contre 97% des ménages EMER qui l'y affectent.
- 53% des ménages EFICC affectent leur revenu dans la scolarité de leurs enfants contre 70% des ménages EMER qui l'y affectent.
- 37,5% des ménages EFICC affectent leur revenu dans l'achat des terres contre 50% des ménages EMER qui l'y affectent.
- 16% des ménages EFICC affectent leur revenu dans la construction contre 30% des ménages EMER qui l'y affectent.

- 34% des ménages EFICC affectent leur revenu dans les autres activités contre 20% des ménages EMER qui l'y affectent.

V.4 Gestion de la fertilité des sols

La figure 10 montre la répartition des ménages selon la méthode de gestion de la fertilité des sols adoptée.

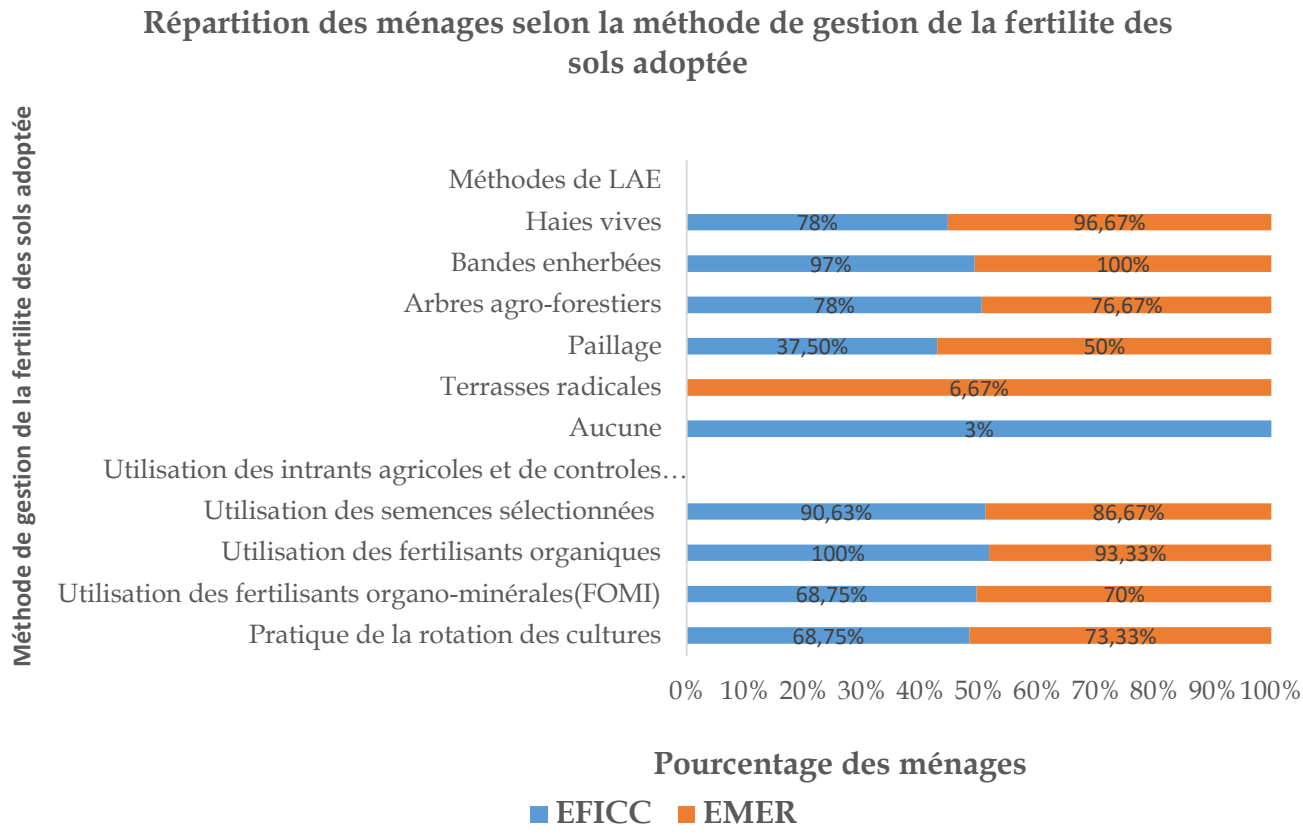


Figure 10: Répartition des ménages selon la méthode de gestion de la fertilité des sols adoptée

Les résultats de cette figure montrent que :

- 78% des ménages EFICC utilisent les haies vives dans leurs champs contre 96,67% des ménages EMER.
- 97% des ménages EFICC clôturent leurs parcelles par des bandes enherbées contre 100% des ménages EMER

- 78% des ménages EFICC possèdent des arbres agro-forestiers dans leurs champs contre 76,67% des ménages EMER.
- 37,5% des ménages EFICC font le paillage dans leurs champs contre 50% des ménages EMER.
- 6,67% des ménages EMER possèdent des terrasses radicales dans leurs champs.
- 3% des ménages EFICC ne pratiquent aucune méthode de lutte antiérosive dans leurs champs.

Concernant l'utilisation des intrants agricoles et le contrôle des maladies et ravageurs :

- 90,63% des ménages EFICC utilisent des semences sélectionnées dans leurs champs contre 86,67% des ménages EMER.
- 100% des ménages EFICC utilisent des fertilisants organiques dans leurs champs contre 93,33% des ménages EMER.
- 68,75% des ménages EFICC utilisent des fertilisants organo-minéraux (FOMI) dans leurs champs contre 70% des ménages EMER.
- 68,75% des ménages EFICC pratiquent la rotation des cultures dans leurs champs contre 73,33% des ménages EMER.

CHAPITRE VI : COMBINAISON OPTIMALE DES RESSOURCES

Il existe des différences structurelles entre les ménages agricoles et cette situation entraîne des disparités dans les investissements agricoles qui conduisent à des inégalités dans les rendements agricoles (Niragira, 2011).

Dans cette partie de notre étude, nous nous concentrons sur l'analyse de l'utilisation optimale des ressources entre les ménages EFICC et EMER. Nous tiendrons compte, par la suite, des caractéristiques des exploitations des ménages EFICC et EMER pour développer un modèle général pour leurs systèmes agricoles. L'objectif de ce modèle est de montrer la combinaison optimale de ressources qui maximise le profit et la couverture des besoins nutritionnels des EFICC et EMER sur leurs exploitations agricoles.

Selon Niragira (2011), les profits financiers sont souvent utilisés dans les analyses positives du comportement des exploitations agricoles comme étant l'objectif fondamental des agriculteurs. Cependant, on ignore que les agriculteurs peuvent avoir des objectifs différents. La FAO ajoute que les profits financiers sont souvent des objectifs peu fiables car ils peuvent entraîner des distorsions et une réduction du niveau de fiabilité de l'approvisionnement alimentaire des ménages et augmenter les risques (FAO, 1997).

C'est ainsi que ce travail de mémoire vise deux objectifs majeurs de l'exploitation agricole des ménages EFICC et EMER : la maximisation du profit et la couverture des besoins nutritionnels. Dans les deux cas, la productivité est une condition nécessaire (augmentation de la production agricole par unité de terre ou de travail).

VI.1 Optimisation du profit agricole par les approches EFICC et EMER

Pour produire, un agriculteur a besoin de facteurs de production. Il s'agit essentiellement de la terre, du travail et du capital et leur meilleure valorisation engendre un profit optimal pour les exploitants agricoles. L'objectif étant de chercher comment trouver un profit optimal, nous faisons recours à la modélisation de la gestion des exploitations agricoles des ménages EFICC et EMER. Celle-ci est une simplification des situations réelles et complexes en utilisant des hypothèses sur ce qui n'est pas connu dans le système réel et en le rendant plus facile à expliquer et à comprendre. Nous allons considérer trois scenarii et le tableau 4 présente les cultures qui ont fait objet de la maximisation du profit tout en respectant les contraintes structurelles.

Tableau 4: Principales cultures considérées dans la modélisation

CULTURES	EFICC	EMER
X_1	Banane	Banane
X_2	Colocase	Niébé
X_3	Manioc	Manioc
X_4	Patate douce	Patate douce
X_5	Pois	Pois
X_6	Pomme de terre	Pomme de terre
X_7	Soja	Soja
X_8	Arachides	Arachides
X_9	Avocatiers	Avocatiers
X_{10}	Café	Café
X_{11}	Eleusine	Eleusine
X_{12}	Sorgho	Prunier de japon
X_{13}	Riz	Riz
X_{14}	Haricot	Haricot
X_{15}	Maïs	Maïs
X_{16}	Amarante	Amarante
X_{17}	Aubergine	Aubergine
X_{18}	Tomates	Tomates

D'après le tableau 4, au total 18 cultures font partie de la maximisation du profit pour les approches EFICC et EMER ; 16 cultures sont communes pour les localités dans les quelles sont implantées les deux approches et deux cultures sont spécifiques pour chaque localité : colocase et sorgho pour la commune Mwakiro où l'approche EFICC est implantée et niébé et prunier de japon pour la commune Bugendana où l'approche EMER est implantée. Les exploitations des ménages EFICC et EMER se trouvent dans 2 zones de croissance différentes : sur colline et dans les marais. Pour cela, la maximisation du profit se fait en trois temps en considérant 3 scenarii. D'abord nous maximisons le profit pour les cultures qui s'adaptent sur la colline. Ensuite nous

maximisons le profit pour les cultures qui peuvent s'adapter dans les marais. Enfin, nous additionnons les deux profits pour trouver le profit total du ménage.

Pour le premier scénario, nous disposons des données sur les types de cultures que les exploitants EFICC/EMER pratiquaient au cours de l'année culturale 2020-2021. De plus, nous avons les données sur le rendement de chaque culture, la superficie occupée par chaque culture, le prix de vente par kg et par culture ainsi que les coûts de production engagés par ménage. Avec toutes ces données, nous calculons alors le profit de chaque ménage (EFICC/EMER). Ce profit est nommé PPA (Profit avec les Pratiques Actuelles).

Pour le deuxième scénario, nous maximisons le profit sous contraintes des exigences de chaque approche. Les données mises en jeu sont le rendement par culture, le prix de vente par kg et par culture, la superficie de chaque culture ainsi que les coûts de production engagés par ménage. Le modèle sort le profit optimal dénommé PMSCA (Profit avec la Maximisation Sous Contraintes des Approches), les cultures qui maximisent le profit ainsi que le surplus/déficit de la main d'œuvre familiale.

Le troisième scénario maximise le profit sans tenir compte des contraintes exigées par les approches. Le type des données à utiliser et le type des résultats que le modèle va sortir sont les mêmes que ceux du deuxième scénario. Ce profit est dénommé PROML (Profit avec la Maximisation Libre).

Les profits ainsi trouvés sont soumis au test de Student pour comparer les moyennes. Le PMSCA étant pris comme référence, nous comparons deux à deux PPA et PROML au PMSCA.

Ainsi, la comparaison de PMSCA et PPA renseigne-t-elle sur le niveau de compréhension par les exploitants EFICC et EMER des pratiques enseignées par ces approches tandis que la comparaison de PMSCA et PROML évalue les approches par rapport à l'optimalité économique.

Le surplus/déficit moyen de main d'œuvre obtenu après la maximisation du profit sans contraintes de l'approche (SMOSCA) et le surplus/déficit moyen de main d'œuvre obtenu après la maximisation du profit avec contraintes de l'approche (SMOACA) sont soumis au test de Student pour vérifier laquelle de deux types de maximisation exige une main d'œuvre élevée.

VI.1.1 : Test de Student pour la comparaison des moyennes

Le tableau 5 montre les résultats du test de Student en millions de BIF

Tableau 5: Comparaison des moyennes PMSCA et PPA/ PMSCA et PROML

Approches		Moyenne en millions de BIF	Différence des moyennes (PMSCA- PPA/ PMSCA-PROML)	P-value
EFICC	PMSCA	13,1	10,1	0,0000
	PPA	3		
	PMSCA	13,1	-12,3	0,0001
	PROML	25,4		
EMER	PMSCA	11,8	5,2	0,0181
	PPA	6,6		
	PMSCA	11,8	-22,4	0,0011
	PROML	34,2		

Les résultats du tableau 5 montrent que :

- Le profit moyen obtenu avec la maximisation sous contraintes des approches EFICC et EMER diffère statistiquement du profit moyen obtenu avec les pratiques actuelles (p-value = 0,0000 pour EFICC et p-value=0,0181 pour EMER).

En effet, avec la maximisation du profit sous contraintes des exigences de l'approche EFICC, le profit surpasse de 10,1 millions de BIF celui obtenu avec les pratiques actuelles. Avec la maximisation du profit sous contraintes des exigences de l'approche EMER, il est de 5,2 millions de BIF supérieur à celui obtenu avec les pratiques actuelles. Par conséquent, les bénéficiaires des approches EFICC et EMER n'ont pas été de bons élèves.

- Le profit moyen obtenu avec la maximisation sous contraintes des approches EFICC et EMER diffère statistiquement du profit moyen obtenu avec la maximisation sans contraintes des approches (p-value = 0,0001 pour EFICC et p-value=0,0011 pour EMER).

En effet, avec la maximisation du profit sous contraintes des exigences de l'approche EFICC, le profit est de 12,3 millions de BIF inférieur à celui obtenu avec la maximisation sans contraintes de cette approche. Avec la maximisation du profit sous contraintes des exigences de l'approche EMER, il est de 22,4 millions de BIF inférieur à celui obtenu avec la maximisation sans exigences de cette approche. Par conséquent, avec les exigences des approches EFICC et EMER, on est loin d'atteindre l'optimum économique. Les figurent ci-dessous illustrent les différences de ces profits moyens.

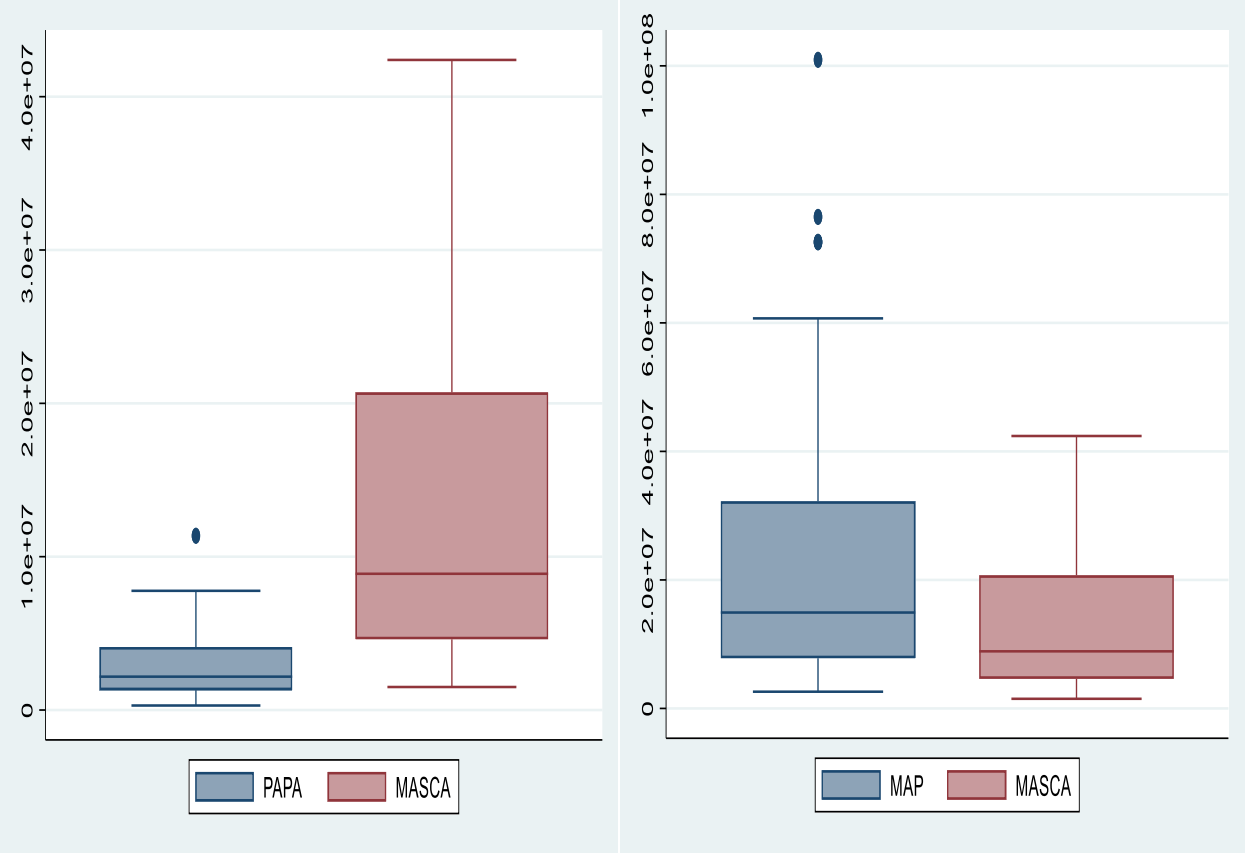


Figure 11: Profit moyen des exploitants EFICC

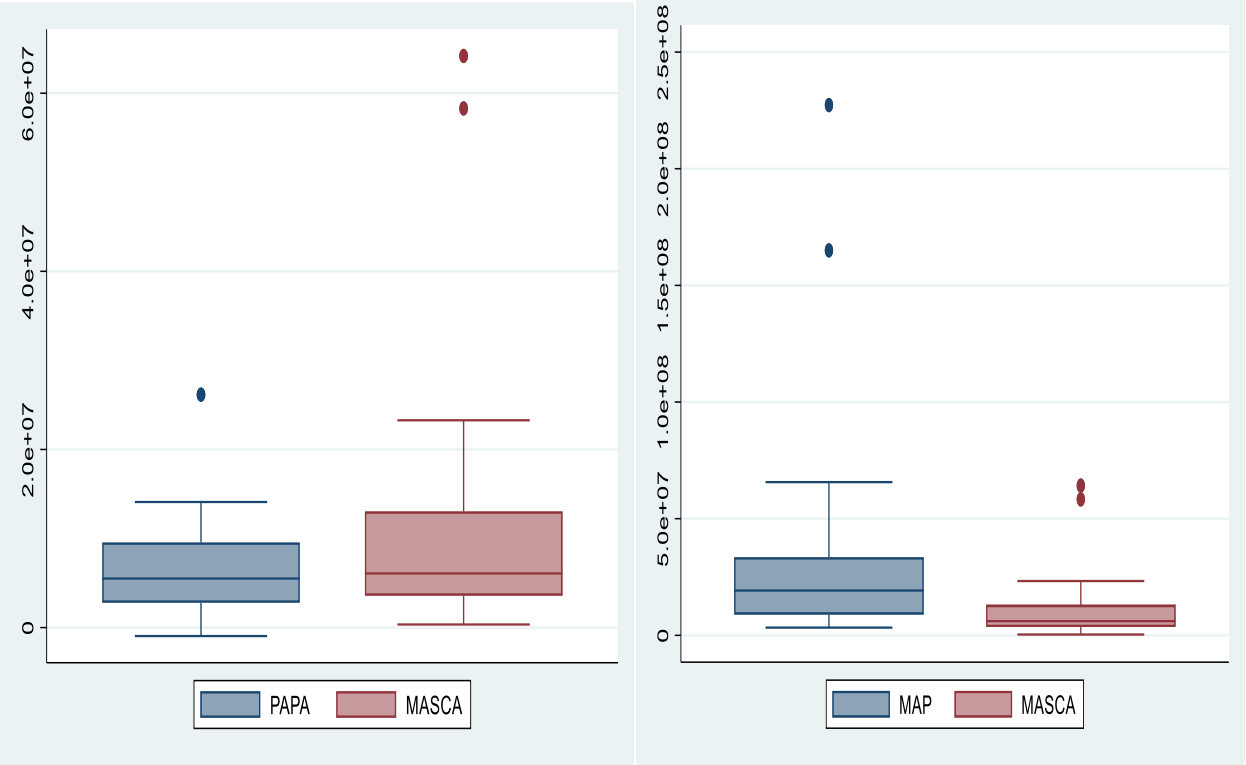


Figure 12: Profit moyen des exploitants EMER

VI.1.2 : Les principales cultures qui maximisent le profit sous contraintes des approches

Les ménages EFICC et EMER ont des parcelles situées dans deux zones de croissance différentes : sur colline et dans les marais. Pour mieux valoriser ces parcelles, il est nécessaire de planter une culture la mieux adaptée à la zone donnée.

Cependant, comme nous l'avons énoncé au chapitre 3, les approches EFICC et EMER ont des exigences sur l'affectation des cultures aux différentes parcelles.

Les figures ci-dessous montrent les principales cultures qui maximiseraient le profit des ménages EFICC et EMER sur la colline sous contraintes des approches EFICC et EMER.

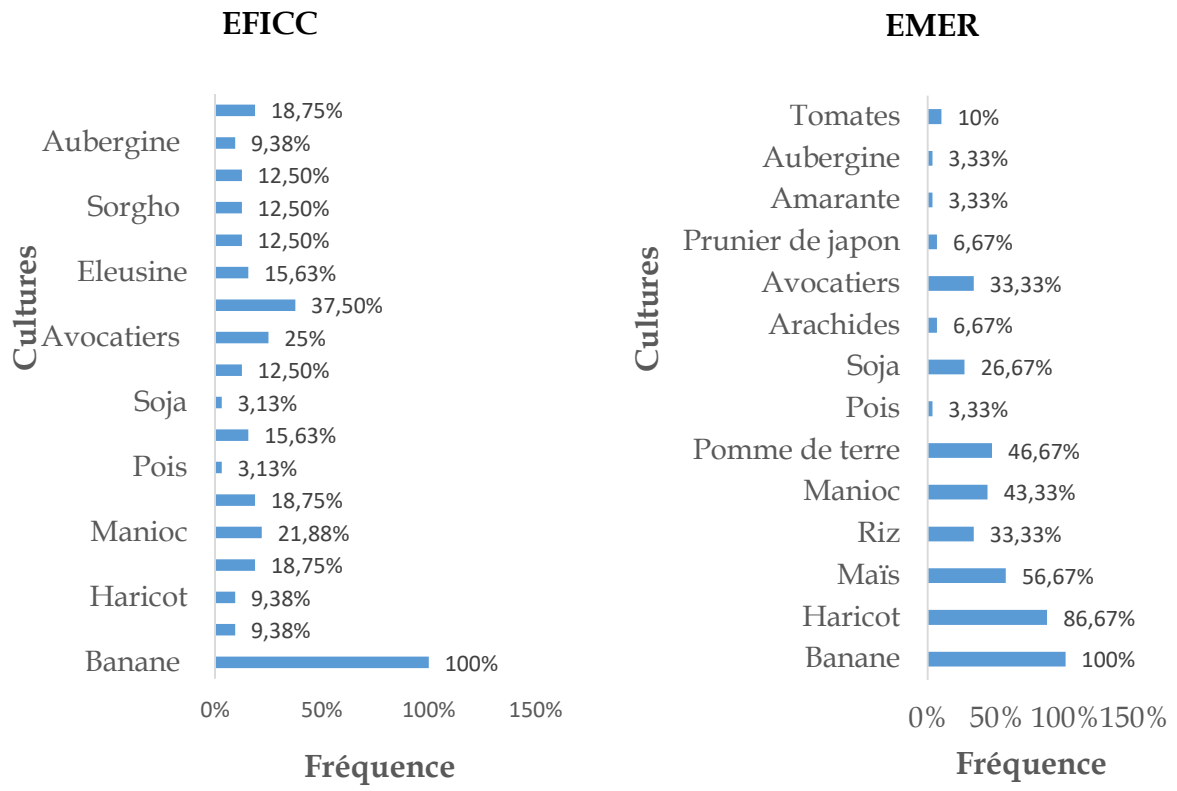


Figure 13: Cultures qui maximisent le profit sur la colline

En respectant la règle d'or des approches EFICC et EMER qui stipule que leurs bénéfiaires ne doivent cultiver ni trop, ni trop peu et en se conformant à leurs exigences sur l'affectation des cultures aux différentes parcelles, les cultures qui maximiseraient le profit des EFICC et EMER sur la colline sont :

- **EFICC :**
  - **Cultures noyaux :** tous les ménages pratiqueraient la banane comme culture noyau.
  - **Cultures alimentaires :** le manioc (1) occupe le premier rang et il est suivi par le maïs (2), patate douce et tomates (3) qui occupent la même place. Avec cette liste proposée par le modèle, il serait possible de faire une rotation technique et un assolement économique que prônent ces approches.
  - **Cultures spéculatives :** le café est la culture spéculative que les EFICC devraient cultiver pour maximiser leur profit.

❖ **EMER :**

- **Cultures noyaux :** la banane est la culture noyau qui maximiserait le profit des EMER.
- **Cultures alimentaires :** le haricot (1), le maïs (2), les pommes de terre (3) et le manioc (4) sont des cultures alimentaires qui maximiseraient le profit des EMER. Avec cette liste, il serait possible de faire une rotation technique et un assolement économique.
- **Cultures spéculatives :** l'avocatier serait la culture spéculative que les EMER devraient cultiver pour maximiser leur profit.

Les figures ci-dessous montrent les principales cultures qui maximiseraient le profit des ménages EFICC et EMER dans le marais.

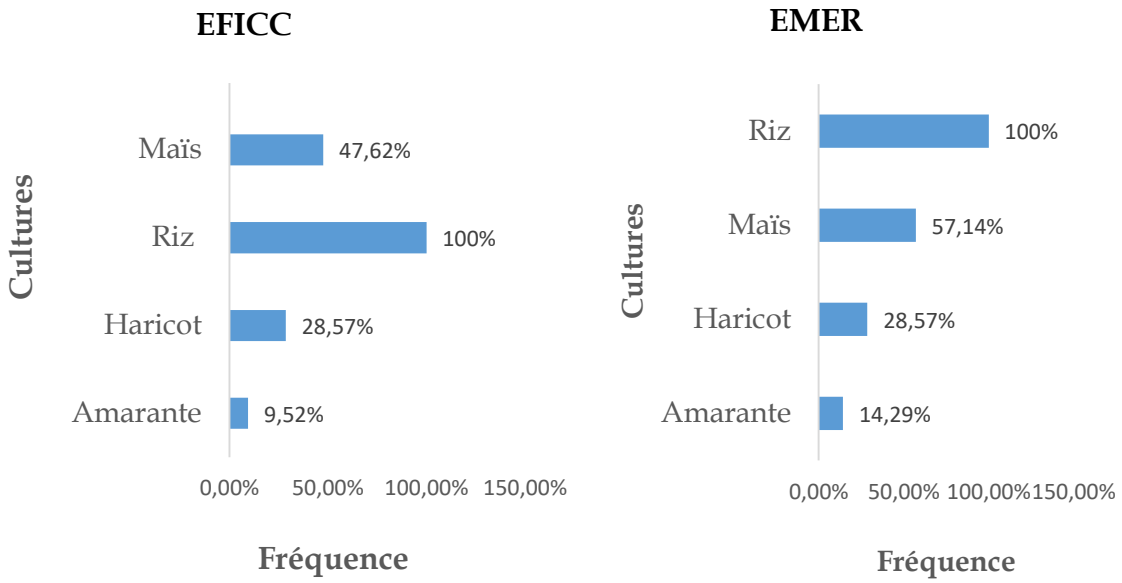


Figure 14: Cultures qui maximisent le profit dans les marais

Le marais est une zone de croissance dans laquelle peu de cultures peuvent s'y adapter. On y cultive deux temps (saisons).

D'après les résultats du modèle, voici les cultures qui maximiseraient le profit dans cette zone :

❖ **EFICC :**

- Pour la première saison, tous les ménages devraient y cultiver le riz.
- Pour la deuxième saison, le modèle propose d'y mettre le maïs.

Cependant, la rotation riz- maïs n'est pas technique du fait que ces deux cultures sont de la même famille. Le mieux serait de cultiver le haricot après le riz, qui d'ailleurs, suit le maïs en termes de la maximisation du profit.

- Pour les ménages amateurs des cultures maraîchères, les tomates rapporteraient plus.

❖ **EMER :**

- D'après les résultats du modèle, tous les ménages devraient y cultiver le riz pour la première saison.
- Pour la deuxième saison, le modèle propose d'y mettre le maïs mais la rotation riz- maïs n'est pas technique du fait que ces deux cultures sont de la même famille, le meilleur serait de cultiver le haricot après le riz qui suit le maïs en termes de la maximisation du profit.
- Pour les cultures maraîchères, les amarantes rapporteraient plus.

VI.1.3 : Les principales cultures qui maximisent le profit sans contraintes des approches

Les figures ci-dessous montrent les principales cultures qui maximiseraient le profit sur la colline sans les exigences des approches EFFIC et EMER.

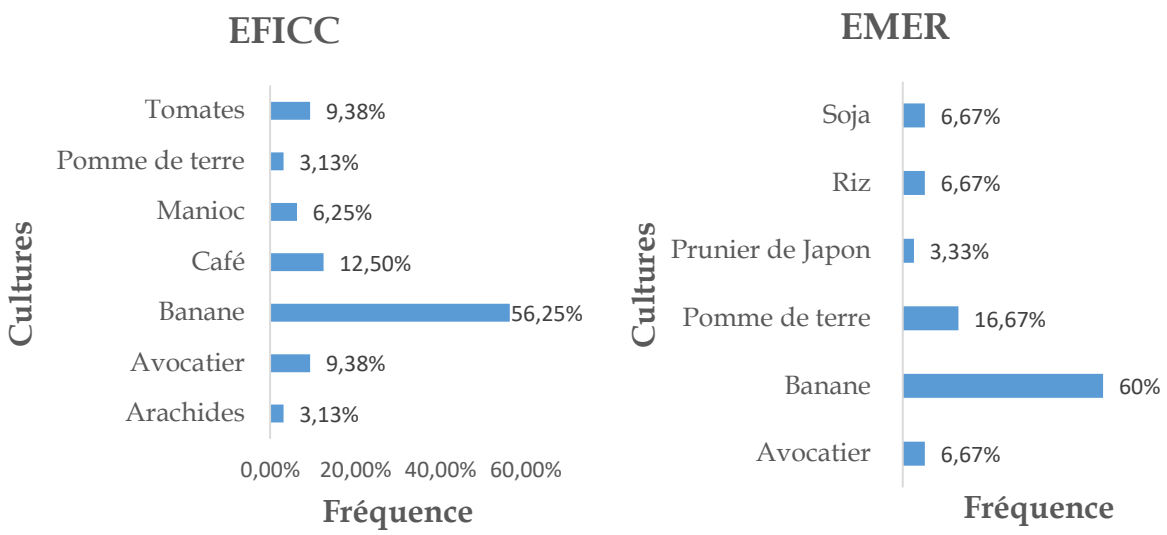


Figure 15: Principales cultures qui maximisent le profit sur la colline en ignorant les exigences des approches EFICC et EMER

La maximisation du profit sans exigences des approches recommande de faire, sur la colline, la monoculture à dominance banane à raison de 56,6% pour l'approche EFICC et 60% pour l'approche EMER. La culture de caféier vient en deuxième position à raison de 12,50% pour les EFICC et cette position est occupée par la culture de pomme de terre pour les EMER à raison de 16,67%.

Les figures ci-dessous montrent les principales cultures qui maximiseraient le profit dans les marais sans les exigences des approches EFFIC et EMER.

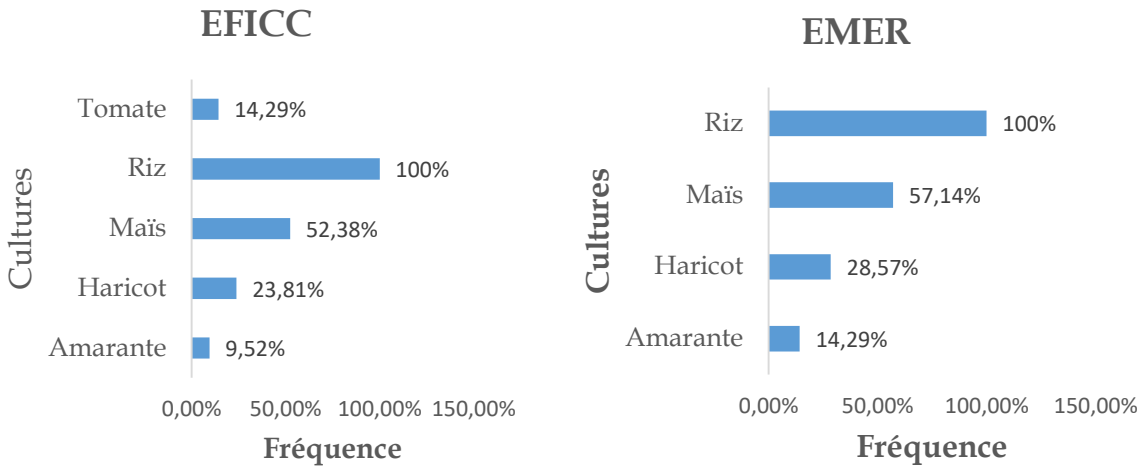


Figure 16: Principales cultures qui maximisent le profit dans les marais en ignorant les exigences des approches EFICC et EMER

D'après les résultats du modèle, voici les cultures qui maximiseraient le profit dans les marais :

- **EFICC :**
  - Pour la première saison, tous les ménages devraient y cultiver le riz.
  - Pour la deuxième saison, le modèle propose d'y mettre le maïs.

  Cependant, la rotation riz- maïs n'est pas technique du fait que ces deux cultures sont de la même famille. Le meilleur serait de cultiver le haricot après le riz, car cette culture vient en troisième position après le maïs.
- Pour le maraîchage, les tomates rapporteraient plus.

❖ **EMER :**

- D'après les résultats du modèle, tous les ménages devraient y cultiver le riz pour la première saison.
- Pour la deuxième saison, le modèle propose d'y mettre le maïs mais la rotation riz- maïs n'est pas technique du fait que ces deux cultures sont de la même famille, le meilleur serait de cultiver le haricot après le riz qui suit le maïs en termes de la maximisation du profit.
- Pour le maraîchage, les amarantes rapportent plus.

VI.1.4 : Main d'œuvre utilisée par les EFICC et EMER

Le tableau 6 montre en moyenne le surplus par an de main d'œuvre pour les exploitants EFICC et EMER sans ou avec les exigences de ces deux approches.

Tableau 6: Surplus/déficit par an de main d'œuvre

Approches		Moyenne (HJ)	Différence des moyennes (SMOSCA - SMOACA)	P-value
EFICC	SMOSCA	279	118	0,0103
	SMOACA	161		
EMER	SMOSCA	171	30	0,2924
	SMOACA	141		

L'analyse des résultats de ce tableau montre que :

❖ Sans contraintes de l'approche EFICC, un exploitant a en moyenne un surplus de main d'œuvre de 279 HJ par an contre 161 HJ si on tient compte des exigences de cette approche. La différence de surplus moyen de main d'œuvre obtenu sans contraintes de l'approche et avec contraintes de l'approche est de 118 HJ. Elle est significative au seuil de 5% (P-Value=0,0103).

❖ Sans contraintes de l'approche EMER, un exploitant a en moyenne un surplus de main d'œuvre de 171 HJ par an contre 141 HJ si on tient compte des exigences de cette approche. La différence de surplus moyen de main d'œuvre obtenu sans contraintes de l'approche et avec contraintes de l'approche est de 30 HJ. Elle n'est pas significative (P-Value=0,2924).

De ces résultats, il est constaté que :

- ✓ L'approche EMER exige une main d'œuvre élevée par rapport à l'approche EFICC.
- ✓ Le surplus moyen de main d'œuvre obtenu après la maximisation du profit sans contraintes de l'approche EFICC est statistiquement différent du surplus moyen de main d'œuvre obtenu après la maximisation du profit avec contraintes de l'approche. Par conséquent, la maximisation du profit avec contraintes de l'approche EFICC exige une main d'œuvre élevée.
- ✓ Le surplus moyen de main d'œuvre obtenu après la maximisation du profit sans contraintes de l'approche EMER n'est pas statistiquement différent du surplus moyen de main d'œuvre obtenu après la maximisation du profit avec contraintes de l'approche.

Le graphique suivant montre la provenance de la main d'œuvre pour les ménages EFICC et EMER.

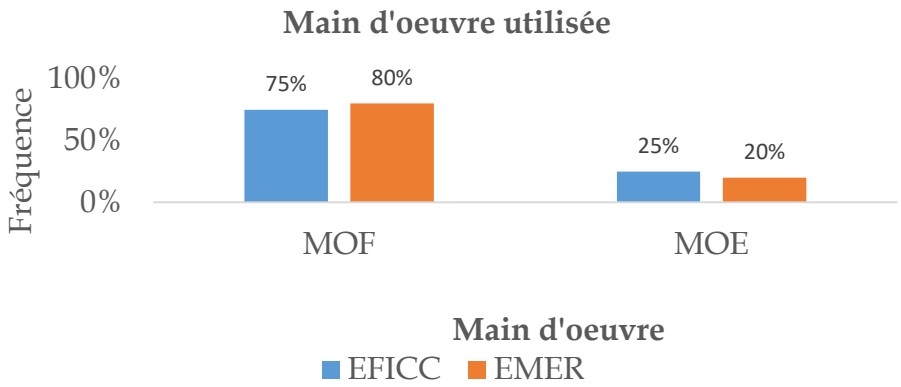


Figure 17: Provenance de la main d'œuvre

Les résultats du tableau ci-dessus montrent que 75% des EFICC utilisent une main d'œuvre familiale contre 80% des EMER qui en utilisent une. Le reste de la main d'œuvre nécessaire pour les EFICC et EMER provient de l'extérieur.

VI.2 Sécurité alimentaire et nutritionnelle des ménages EFICC et EMER

Selon le rapport de la FAO sur l'introduction aux concepts de la sécurité alimentaire lors du sommet mondial de l'alimentation, 1996, la sécurité alimentaire existe lorsque tous les êtres humains ont, à tout moment, un accès physique et économique à une nourriture suffisante, saine

et nutritive leur permettant de satisfaire leurs besoins énergétiques et leurs préférences alimentaires pour mener une vie saine et active.

Pour définir les besoins énergétiques de l'homme, le rapport d'un comité spécial mixte FAO/OMS d'experts sur la nutrition en 1973 précise que certains aspects doivent être considérés séparément. En effet, l'homme qui dispose d'aliment à volonté tend à manger assez pour couvrir, voire dépasser son besoin en calories. Si la consommation est régulièrement supérieure/inférieure au besoin physiologique, le poids corporel et/ou la composition de la masse corporelle changera. L'excès comme le défaut sont nuisibles. Il est donc opportun d'estimer le besoin énergétique moyen pour différents groupes selon l'âge et le sexe. L'objet de ce chapitre est de tester que la production agricole des ménages EFICC et EMER couvre quantitativement et qualitativement leurs besoins vitaux.

VI.2.1 La couverture des besoins nutritionnels des ménages EFICC et EMER par leur production

Pour tester la couverture des besoins nutritionnels des ménages EFICC et EMER par leur production agricole, nous considérons l'apport énergétique qui est la consommation d'énergie nécessaire et suffisante pour couvrir les besoins énergétiques de l'individu moyen en bonne santé d'une catégorie d'âge et de sexe donnés (FAO et OMS, 1973). Les principales sources d'énergies pour l'organisme étant les glucides, les lipides et les protéines qui contribuent respectivement à 55%, 30% et 15% de l'apport énergétique (Martin, A. et Potier, G.C., 2012).

Le test de la couverture des besoins nutritionnels des ménages EFICC et EMER par leur production se fait en deux temps. Nous maximisons d'abord le profit des exploitants en tenant compte des exigences des approches EFICC et EMER sous contraintes de la satisfaction des besoins nutritionnels des ménages (Scénario 1). Nous simulons enfin le comportement des ménages, dont les besoins nutritionnels sont couverts par leur production, après la réduction de leur surface cultivable et l'augmentation de leur taille (Scénario 2).

Les données mises en relief sont le prix unitaire pour chaque culture (Pi), la production totale par culture (Xi), le coût unitaire de production (Ci), la composition des aliments et les besoins nutritionnels par ménage. Le tableau 7 présente la composition des aliments qui entrent dans la couverture des besoins nutritionnels des ménages EFICC et EMER.

Tableau 7: Table des éléments nutritifs des aliments utilisés au Burundi (par 100 g de produit comestible)

Variables	Cultures	Protéines en g	Lipides en g	Glucides en kcal
X_1	Banane	1	0,2	31
X_2	Colocase	2	0,4	33,3
X_3	Niébé	23	1,4	57
X_4	Manioc	1,5	0,5	84
X_5	Patate douce	1,5	0,3	26
X_6	Pois	22,5	0,9	53,2
X_7	Pomme de terre	2	0,1	17
X_8	Soja	34,5	18	29
X_9	Arachides	27	45	17
X_{10}	Avocatiers	1,4	11	4
X_{11}	Eleusine	6	1,5	75
X_{12}	Sorgho	10,4	3,4	71
X_{13}	Prunier de japon	0,7	0,28	11,42
X_{14}	Riz	7	0,5	80
X_{15}	Haricot	20,5	1,3	56,3
X_{16}	Maïs	10	4,5	71
X_{17}	Amarante	4,6	0,2	7
X_{18}	Aubergine	1	0,2	6
X_{19}	Tomates	1	0,2	4
X_{20}	Lait	3,3	3,6	4,7

Source: Table de composition des aliments du Burundi, Agriculture, Food and Nutrition for Africa, annex 4, http://www.fao.org/docrep/W0078E/w0078e11.htm#P984

VI.2.1.1 Niveau de satisfaction des ménages en éléments nutritifs

La figure 18 montre le niveau de satisfaction des ménages en protéines, lipides et glucides.

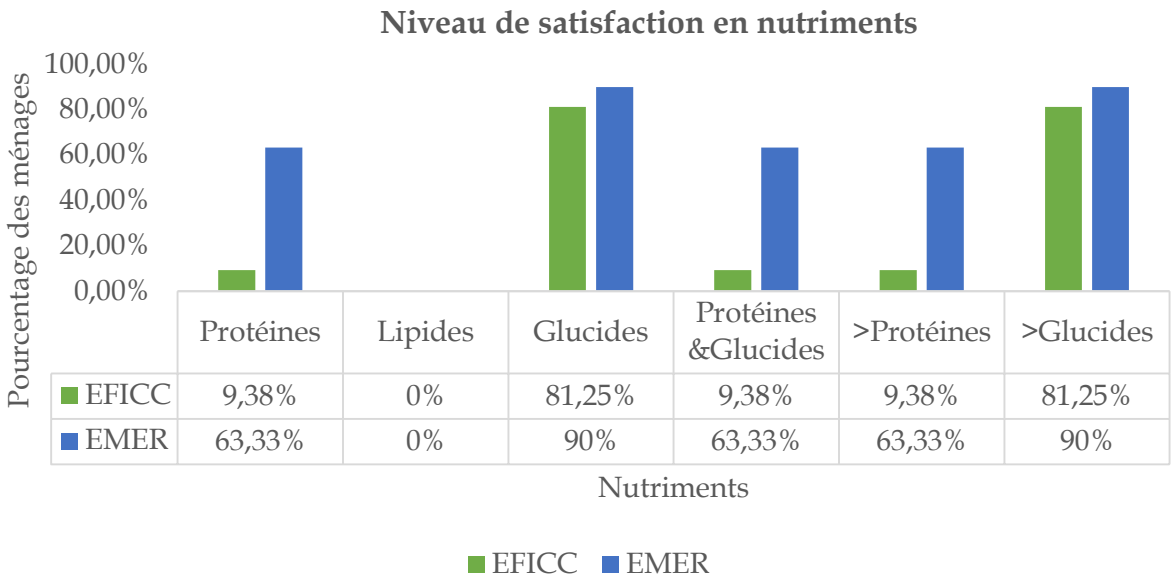


Figure 18: Niveau de satisfaction des ménages en éléments nutritifs

Les résultats de cette figure montrent que :

- 9,38% des ménages EFICC sont satisfaits en besoins protéiniques et enregistrent des excédents en ce nutriments contre 63,33% des ménages EMER. Cela s'explique par le fait que l'approche EMER a distribué des vaches laitières à ses bénéficiaires et ces vaches sont en lactation presque 7 mois sur 12.
- Aucun ménage EFICC et EMER n'est satisfait en besoins lipidiques.
- 81,25%des ménages EFICC sont satisfaits en besoins glucidiques avec des excédents en glucides contre 90% des ménages EMER.
- 9,38% des ménages EFICC sont satisfaits à la fois en besoins protéiniques et glucidiques contre 63,33% des ménages EMER.

De ces résultats, nous constatons qu'aucun ménage EFICC et EMER n'est satisfait en besoins énergétiques car, la satisfaction en besoins énergétiques résulte de la satisfaction conjointe en besoins protéiniques, lipidiques et glucidiques. Cela nous conduit au calcul de la quantité moyenne d'excédents/déficit en protéines, lipides et glucides ainsi qu'au revenu agricole moyen de chaque ménage après la consommation.

VI.2.1.2 Quantité moyenne d'excédent/déficit en éléments nutritifs et revenu agricole moyen par an

Le tableau 8 montre la quantité moyenne annuelle d'excédent/déficit en protéines, lipides et glucides et le revenu agricole moyen par an.

Tableau 8: Quantité moyenne d'excédent/déficit en éléments nutritifs et revenu agricole moyen par an

Variables	Approches	Moyenne
Surplus en protéines	EFICC	-397697,3 ± 273998,9
	EMER	241235,1 ± 759090,2
Surplus en lipides	EFICC	-1461876 ± 589386,9
	EMER	-1323695 ± 402128,9
Surplus en glucides	EFICC	2392317 ± 2784995
	EMER	1210000 ± 12000000
Revenu	EFICC	956117 ± 950049,6
	EMER	5399792 ± 7420046

D'après les résultats de ce tableau :

- En moyenne, un ménage EFICC a un déficit de 397697,3g en protéines par an et la différence moyenne de ce déficit entre un ménage et un autre est de 273998,9 g alors qu'un EMER enregistre un surplus moyen de 241235,1 g et la différence moyenne de ce surplus entre un ménage et un autre est de 759090,2 g.
- En moyenne, un ménage EFICC a un déficit de 1461876 g en lipides par an et la différence moyenne de ce déficit entre un ménage et un autre est de 589386,9 g alors qu'un EMER enregistre un déficit moyen de 1323695 g et la différence moyenne de ce déficit entre un ménage et un autre est de 402128,9 g.
- En moyenne, un ménage EFICC a un surplus de 2392317 Kcal en glucides par an et la différence moyenne de ce surplus entre un ménage et un autre est de 2784995 Kcal alors qu'un EMER a un surplus moyen de 1210000 Kcal qui varie de 12000000 Kcal d'un ménage à l'autre en moyenne.

- Le revenu agricole moyen d'un ménage EFICC après avoir mangé est de 956 117 BIF par an et la différence moyenne de ce revenu entre un ménage et un autre est de 950 050 BIF alors qu'un EMER enregistre un revenu agricole moyen de 5 399 792 BIF après avoir mangé et la différence moyenne de ce revenu entre un ménage et un autre est de 7 420 046 BIF. Ce revenu est utilisé pour combler le déficit en lipides et satisfaire les besoins énergétiques en conséquence.

Pour les ménages dont leur production satisfait à la fois les besoins protéiniques et glucidiques, il s'est avéré nécessaire de faire une simulation de leur comportement vis-à-vis de la couverture en ces deux nutriments après la réduction de leur surface cultivable et l'augmentation de leur taille. Cette simulation n'est rien d'autre que le montant des liquidités disponibles pour les dépenses après avoir satisfait aux autres contraintes telles que la satisfaction des besoins alimentaires.

VI.2.1.3 Simulation du comportement des ménages après la réduction de leur surface cultivable

Pour simuler le comportement des ménages après la réduction de leur surface cultivable, nous calculons d'abord la superficie moyenne et cette dernière est prise comme référence.

Ainsi, le tableau 9 montre la superficie moyenne des ménages qui satisfont les besoins nutritionnels par leur production.

Tableau 9: Superficie moyenne des ménages qui satisfont les besoins nutritionnels par leur production

Variable	EFICC	EMER
Superficie moyenne en ha	4,11 ± 1,27	4,67 ± 2,57

La superficie moyenne des ménages EFICC qui satisfont les besoins nutritionnels par leur production est de 4,11 ha et la différence moyenne de cette superficie entre un ménage et un autre est de 1,27 ha tandis qu'elle est de 4,67 ha pour les ménages EMER et la différence moyenne de cette superficie entre un ménage et un autre est de 2,57 ha.

Nous réduisons ensuite cette superficie moyenne pour tester :

1. A partir de quelle superficie les ménages satisfont conjointement les besoins en protéines et glucides ?
2. A partir de quelle superficie les ménages satisfont au moins les besoins en l'un des nutriments ?
3. Quel est le comportement des ménages par rapport à la satisfaction des besoins nutritionnels s'ils cultivent sur la superficie minimale recommandée par les approches EFICC et EMER ?

Les figures 19 et 20 montrent le comportement des ménages EFICC et EMER après la réduction de la superficie moyenne.

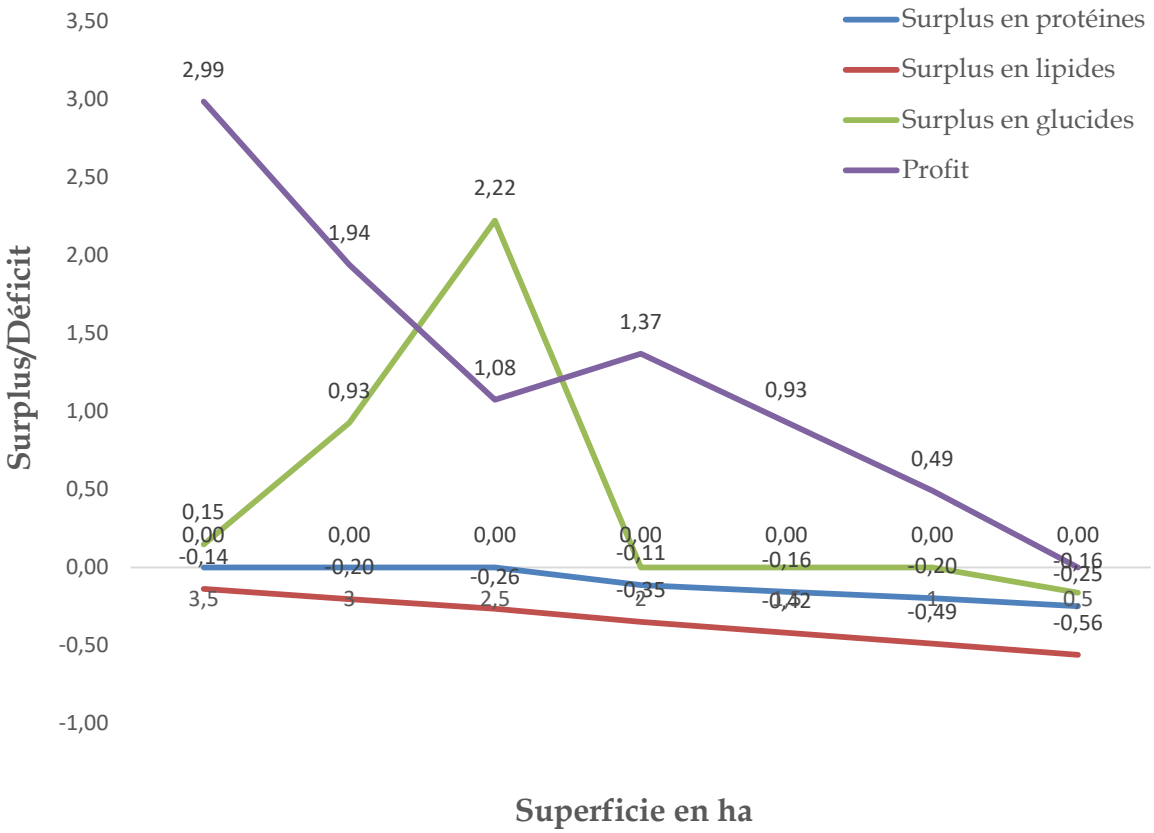


Figure 19: Effets de la réduction de la superficie moyenne des ménages EFICC sur la couverture de leurs besoins nutritionnels

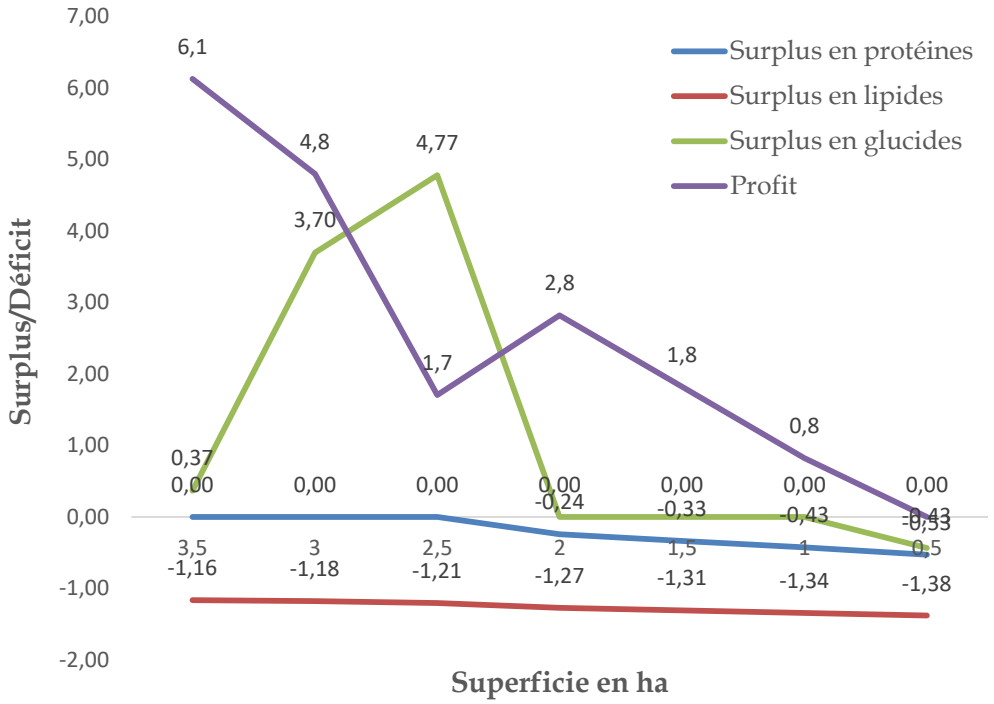


Figure 20: Effets de la réduction de la superficie moyenne des ménages EMER sur la couverture de leurs besoins nutritionnels

Les résultats des figures 19 et 20 montrent qu'à partir de 2,5 ha, les ménages EFICC et EMER peuvent satisfaire les besoins en protéines et glucides grâce à leur production. Les EMER dégagent un surplus commercialisable équivalant à **1,7 M BIF** et les EFICC en dégagent **1,08 M BIF.** Ce revenu peut combler le déficit en lipides de **1,21 M g** pour les EMER et de **0,26 M g** pour les EFICC.

D'autre part, nous constatons qu'avec une superficie de 1 ha, les ménages EFICC et EMER peuvent satisfaire seulement les besoins en glucides grâce à leur production. Les EMER enregistrent un déficit de **0,43 M g** en protéines et **1,34 M g** en lipides et obtiennent un revenu agricole de **0,8 M BIF.** Les EFICC quant à eux enregistrent un déficit de **0,2 M g** en protéines et **0,49 M g** en lipides. Ils obtiennent un revenu agricole de **0,49 M BIF.** Le revenu agricole obtenu est faible pour combler les déficits en protéines et lipides que ce soit pour les ménages EFICC qu'EMER.

Enfin, avec une superficie de 0,5ha, les ménages EFICC et EMER ne parviennent à rien vendre et enregistrent respectivement un déficit de **0,53 M g**, **1,4 M g** et **0,43 M kcal** en protéines, lipides et glucides pour les ménages EMER et **0,25 M g**, **0,56 M g** et 0**,16 M kcal** en protéines, lipides et glucides pour les ménages EFICC.

De cette analyse, il en résulte que les superficies minimales de ½ ha et de 1 ha que respectivement les approches EFICC et EMER exigent à leurs bénéficiaires sont petites pour que les ménages puissent satisfaire leurs besoins nutritionnels grâce à leur production. Il est alors nécessaire que les agriculteurs réduisent le nombre de cultures qu'ils pratiquent et utilisent des variétés à haut potentiel de production.

VI.2.1.4 Simulation du comportement des ménages après l'augmentation de leur taille

La simulation du comportement des ménages après l'augmentation de leur taille se fait sur base de la taille moyenne avec laquelle les ménages EFICC et EMER couvrent leurs besoins nutritionnels. Ainsi, le tableau 10 montre la taille moyenne des ménages qui couvrent les besoins nutritionnels par leur production.

Tableau 10: Taille des ménages qui satisfont les besoins nutritionnels par leur production

Variable	EFICC	EMER
Taille moyenne du ménage	2,66 ±1,15	6,16 ±1,34

La taille moyenne des ménages EFICC qui satisfont les besoins nutritionnels par leur production est de 2,66 et la différence moyenne de cette taille entre un ménage et un autre est de 1,15 tandis qu'elle est de 6,16 pour les ménages EMER et la différence moyenne de cette taille entre un ménage et un autre est de 1,34.

Cette taille moyenne est soumise à l'augmentation progressive pour tester :

1. A partir de quelle taille les ménages satisfont conjointement les besoins en protéines et glucides ?
2. A partir de quelle taille les ménages satisfont au moins les besoins en l'un des nutriments ?

Les figures 21 et 22 montrent le comportement des ménages EFICC et EMER après l'augmentation de leur taille.

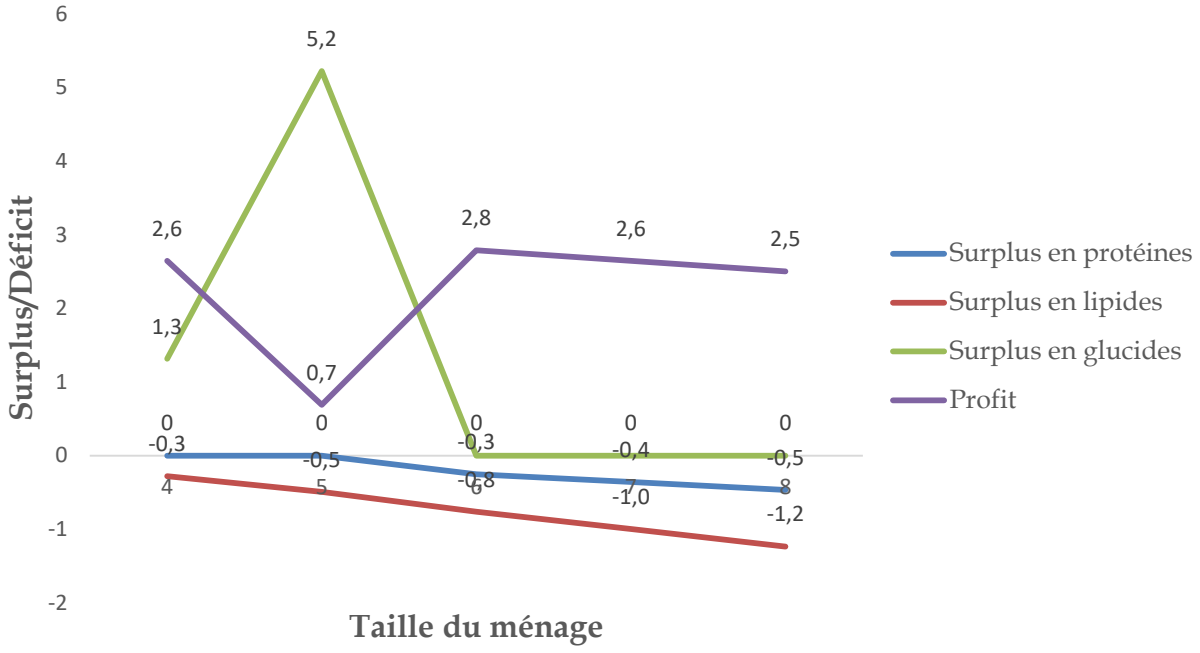


Figure 21: Effets de l'augmentation de la taille des ménages EFICC sur la couverture de leurs besoins nutritionnels

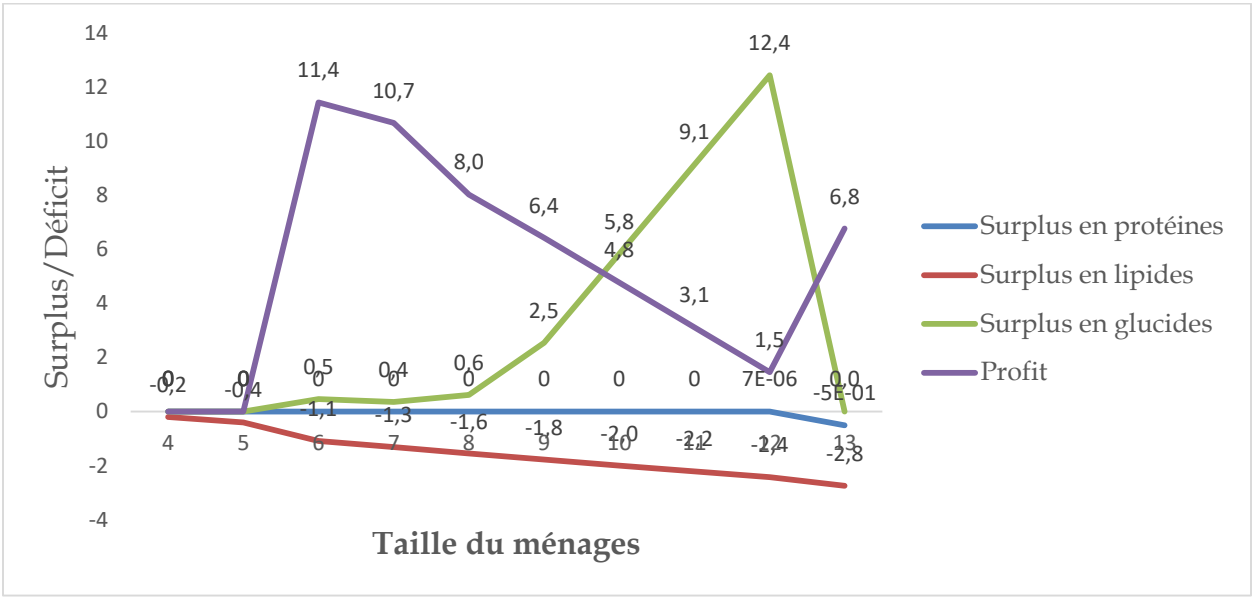


Figure 22: Effets l'augmentation de la taille des ménages EMER sur la couverture de leurs besoins nutritionnels

Les résultats des figures 21 et 22 montrent que la taille moyenne avec laquelle les ménages EFICC peuvent couvrir leurs besoins en protéines et glucides est de 5. Avec cette taille, ces ménages peuvent dégager un surplus commercialisable équivalant à **0,7 M BIF** et ce revenu peut contribuer à la couverture du déficit de **0,5 M g** en lipides.

Avec une taille moyenne de 12, les ménages EMER peuvent couvrir leurs besoins en protéines et glucides et dégagent un surplus commercialisable équivalant à **3,1 M BIF.** Ce revenu peut contribuer au comblement du déficit de **2,21 M g** en lipides.

D'autre part, nous constatons qu'avec une taille moyenne de 7, les ménages EFICC ne peuvent couvrir que leurs besoins en glucides tandis que les ménages EMER couvrent seulement leurs besoins en glucides avec une taille moyenne de 12.

VI.2.2 Score de Consommation Alimentaire

Le score de la consommation alimentaire des ménages (SCA) est un indicateur de l'accessibilité aux aliments et de la qualité de la consommation alimentaire (FAO, 2013).

Il est calculé à partir de la diversité du régime alimentaire (nombre de groupes d'aliments consommés par un ménage pendant les sept jours précédant l'enquête), de la fréquence de consommation (nombre de jours pour lesquels un groupe d'aliments a été consommé pendant les sept jours précédant l'enquête) et de l'importance nutritionnelle relative des différents groupes d'aliments.

Huit groupes d'aliments sont établis. Il s'agit de : (1) $a.b =$ aliments de base (céréales et tubercules), (2) $lég =$ légumineuses, (3) $légu =$ légumes, (4) $f =$ fruits, (5) $p.a =$ protéines animales, (6) $s =$ sucre, (7) $p.l =$ produits laitiers et (8) $h =$ huiles et matières grasses. Pour chaque groupe d'aliments, la consommation est exprimée en nombre de jours que ces aliments ont été consommés au cours de la semaine écoulée. Ainsi, la fréquence de consommation varie-t-elle de 0 (jamais consommés) à 7 (consommés tous les jours de la semaine). Les fréquences de consommation sont alors additionnées en tenant compte d'un facteur de pondération qui prend en compte la valeur nutritive de la catégorie d'aliments.

Le Score de Consommation alimentaire (SCA) des ménages est calculé en utilisant la formule suivante :

$$Score = A_{a.b}X_{a.b} + A_{lég}X_{lég} + A_{légu}X_{légu} + A_f X_f + A_{p.a}X_{p.a} + A_s X_s + A_{p.l}X_{p.l} + A_h X_h \quad (19),$$

Avec :

A_i = coefficient de pondération (poids) ;

X_i = Nombre de jours de consommation de chaque groupe d'aliments (≤7 jours).

Le tableau 13 présente les différents groupes d'aliments avec le poids qui leur est attribué.

Tableau 11: Groupes d'aliments

Types d'aliments	**Groupes**	**Poids**	**Justification**
Maïs, mil, Sorgho, Riz, éleusine, pain, beignets, pâtes alimentaires	Céréales et tubercules	2	Riche en énergie, contenu en protéines faible et de plus mauvaise qualité que dans les légumes. Micronutriments (liés aux phytates*)
Manioc, Patate douce, pomme de terre, bananes, autres tubercules			
Arachides, légumineuses (haricot, niébé, petit pois, lentilles,),	Légumineuse	3	Riche en énergie, contenu en protéines fort mais de moins bonne qualité que dans la viande. Micronutriments (gênés par les phytates), peu de matières grasses
Fruits (mangues, oranges, bananes…)	Fruits	1	Pauvre en énergie, peu de protéines, pas de matières grasses, micronutriments
Légumes (+ feuilles)	Légumes	1	Pauvre en énergie, peu de protéines, pas de matières grasses, micronutriments
Viandes, poissons, fruits de	Protéines	4	Protéines de grande qualité, nutriments

mers, escargot, œufs	animales		facilement absorbables, (pas de phytates). Riche en énergie et matières grasses, permet une forte amélioration du régime alimentaire.
Lait et produits laitiers	Produits laitiers	4	Protéines de grande qualité, nutriments, vitamines A, énergie. Le lait est souvent consommé en très faible quantité ; il doit alors être traité comme un condiment.
Sucres, miels et autres sucreries	Sucres	0,5	Une reclassification est alors nécessaire.
Huiles et graisses	Huiles	0,5	Calories. Généralement consommé en petite quantité

Source : PAM, 2014 b

Les valeurs des scores ainsi calculés pour chaque ménage sont reportées sur une échelle allant de 0 (aucun aliment consommé durant la semaine) à 112(tous les groupes d'aliments sont consommés tous les jours de la semaine). Les seuils standards 21 et 35 sont utilisés pour déterminer les trois classes de consommation alimentaire des ménages (pauvre, limite et acceptable). Ainsi :

- Si SCA < 21, le ménage a une consommation alimentaire pauvre ;
- Si 21,5 < SCA < 35, le ménage a une consommation alimentaire limite ;
- Si SCA > 35, la consommation est acceptable.

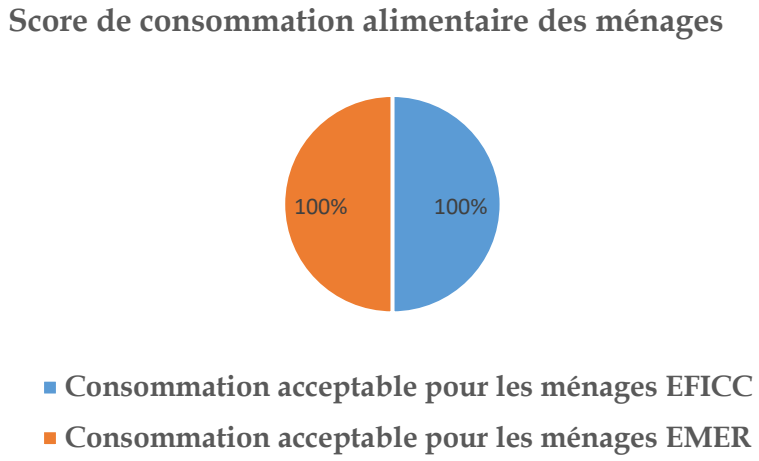


Figure 23: Fréquence de consommation alimentaire des ménages EFICC et EMER

L'analyse de la répartition du score de consommation alimentaire des ménages de l'échantillon dans la zone d'étude montre que 100% des ménages EFICC et EMER enquêtés vivent d'une consommation alimentaire acceptable.

VI.2.2.1 Fréquence et composition des aliments

Le rappel des 7 derniers jours précédant l'enquête montre une forte consommation des céréales et tubercules, des légumes et des feuilles vertes, les huiles et les matières grasses. La consommation du groupe d'aliments (céréales et tubercules) s'étale presque pratiquement sur toute la semaine. La consommation de légumes et de feuilles vertes est également importante. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que l'enquête s'est effectuée pendant des périodes caractérisées par la consommation excessive de ces aliments en milieu rural (Novembre-Décembre). La consommation est cependant moyenne pour les légumineuses. La consommation des ménages est faible pour les fruits, les protéines animales, les produits laitiers et les produits sucrés. En effet, le nombre de jours de consommation de ces quatre derniers groupes d'aliments n'atteint guère 3 jours dans la semaine.

Le tableau 14 montre les fréquences de consommation des 8 groupes d'aliments sur les 7 jours pour les ménages EFICC et EMER enquêtés.

Tableau 12: Fréquence hebdomadaire de consommation des 8 groupes d'aliments

Groupe d'aliments		Nombre de jours							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Céréales et tubercules	EFICC	0	0	0	0	0	3,13	6,25	90,63
	EMER	0	0	0	0	0	0	10,00	90,00
Légumineuses	EFICC	0	0	3,13	3,13	6,25	6,25	0	81,25
	EMER	0	0	0	0	0	6,67	6,67	86,67
Légumes	EFICC	0	0	0	3,13	3,13	3,13	3,13	87,50
	EMER	0	0	3,33	6,67	6,67	3,33	0	80,00
Fruits	EFICC	0	0	18,75	18,75	9,38	15,63	3,13	46,88
	EMER	6,67	0	10,00	23,33	0	16,67	6,67	36,67
Protéines animales	EFICC	15,63	9,38	9,38	12,50	3,13	9,38	3,13	37,50
	EMER	13,33	0	16,67	13,33	23,33	3,33	6,67	23,33
Produits laitiers	EFICC	93,75	0	3,13	0	3,13	0	0	0
	EMER	56,67	6,67	0	0	0	3,33	0	33,33
Huiles	EFICC	0	0	0	0	0	3,13	0	96,88
	EMER	0	0	0	0	0	0	0	100,00
Sucres	EFICC	78,13	0	3,13	3,13	3,13	6,25	0	6,25
	EMER	70,00	0	6,67	6,67	0	3,33	3,33	10,00

A partir de ce tableau, nous constatons que le sucre et miel, le lait et les produits laitiers, les viandes et produits carnés ainsi que les fruits sont les aliments les moins consommés dans l'ensemble des ménages EFICC et EMER enquêtés. Le régime alimentaire des ménages EFICC et EMER de la zone d'étude est composé essentiellement de racines et tubercules (patate douce, pomme de terre et manioc), de céréales (le maïs, le riz…), des légumes, des légumineuses ainsi que des huiles et graisses. Par conséquent, tous les jours de la semaine :

- 90,63% des ménages EFICC consomment des céréales et tubercules contre 90% des ménages EMER qui en consomment.
- 81,25% des ménages EFICC consomment des légumineuses contre 86.67% des ménages EMER qui en consomment.

- 87,5% des ménages EFICC consomment des légumes contre 80% des ménages EMER qui en consomment.
- 96,88% des ménages EFICC consomment des huiles et graisses contre 100% des ménages EMER qui en consomment.

Cette alimentation est renforcée par des fruits à raison de 46,88% des ménages EFICC et 36,67% des ménages EMER tous les jours de la semaine. On trouve cependant 6,67% des ménages EMER qui ne consomment pas de fruits durant toute la semaine alors qu'au moins deux jours par semaine, les ménages EFFIC consomment les fruits tous les jours.

Par contre, aucun ménage EFICC ne consomme du lait pendant au moins 5 jours de la semaine alors qu'au moins 33,33% des ménages EMER prennent du lait toute la semaine. Cela est expliqué par l'approche EMER qui a distribué des vaches via la chaîne de solidarité communautaire.

VI.2.2.2 Score de Diversité Alimentaire des Ménages (SDAM)

La diversité alimentaire est une mesure qualitative de la consommation alimentaire qui reflète l'accès des ménages à une grande variété d'aliments. C'est également un proxy pour l'adéquation de l'apport en nutriments du régime alimentaire pour les individus (FAO, 2013).

Le calcul du SDAM consiste à classer les aliments en 12 groupes comme le montre le tableau ci-dessous et à comptabiliser le groupe d'aliments représentés dans l'alimentation sur une période de référence de 24 heures. Un score moyen qui est de 3,08 est ensuite calculé pour constituer trois catégories de diversité alimentaire du ménage : diversité faible (score inférieur à la moyenne calculée), diversité moyenne (score égal à la moyenne) et diversité élevée (score supérieur à la moyenne).

Tableau 13: Groupes d'aliments agrégés pour calculer le SDAM

Numéro	Aliments	Groupes d'aliments
1	Céréales et graines	1. Céréales
2	Racines et tubercules	2. Racine et Tubercules blancs
3	Végétaux riches en vitamine A	3. Légumes
	Légume vert foncé à feuilles	
	Autres légumes	
4	Fruits riches en vitamine A	4. Fruits
	Autres fruits	
5	Viandes	5. Viandes
	Foie, reins, cœur et/ou autres Organes	
6	Œufs	6.Œufs
7	Poisson/Fruits de la mer	7. Poissons et fruits de mer
8	Légumineuses	8. Légumineuses, noix et graines
9	Laits et Produits laitiers	9. Lait et produits laitiers
10	Huiles/graisse/beurre	10. Huiles et graisses
11	Sucre ou sucreries	11. Sucreries
12	Epices/condiments	12. Epices, condiments et boissons

Source : FAO, 2013

Il découle du calcul de ce score une diversification élevée du régime alimentaire des ménages EFICC et EMER enquêtés. Les ménages EFICC consomment en moyenne 6 groupes d'aliments

et les ménages EMER en consomment 7. Selon les recommandations de la FAO et de FANTA, un SDAM supérieur à 4 correspond à une diversification élevée et une consommation acceptable.

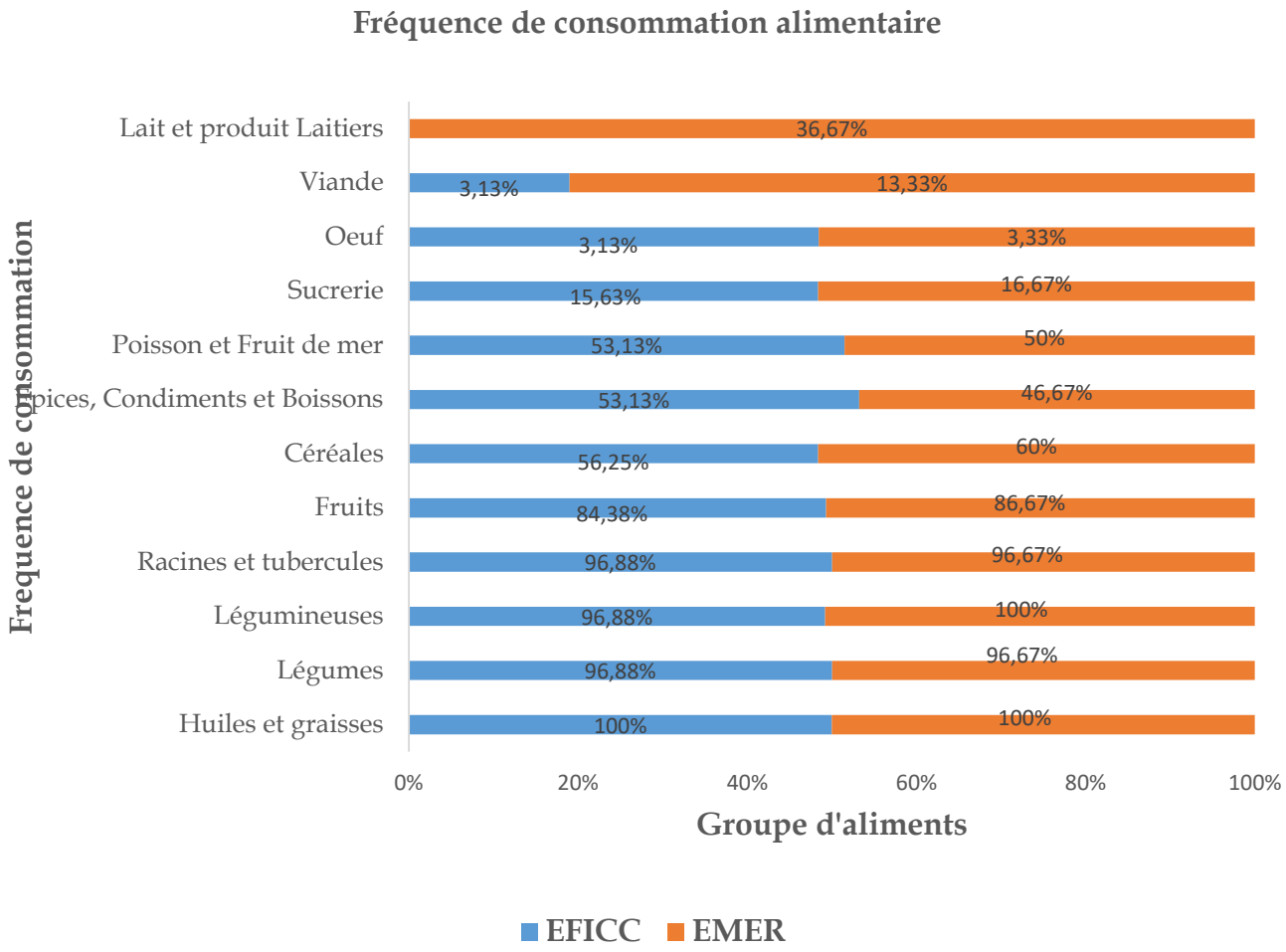


Figure 24: Fréquence de consommation des différents groupes d'aliments

La figure 23 montre l'analyse de la fréquence des différents groupes d'aliments consommés dans les dernières 24 heures précédant l'enquête. Les huiles et graisses, les légumineuses, les racines et tubercules, les légumes, les fruits, céréales, poissons et fruits de mer ainsi que les épices, boissons et condiments constituent les groupes d'aliments les plus consommés par les ménages de la zone d'étude. La fréquence de consommation des œufs, des viandes et des produits carnés ainsi que des sucres est faible chez les ménages EFICC et EMER enquêtés en comparaison aux autres groupes d'aliments.

CHAPITRE VII : PRINCIPALES CONSTATATIONS, CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

VII.1. Résumé des principaux résultats

L'objectif principal de ce travail était de développer des modèles mathématiques positifs qui permettent de d'orienter les ménages EFICC et EMER sur des ressources (naturelles, financières, humaines) dont ils disposent afin de contribuer à l'amélioration du revenu et de la sécurité alimentaire grâce à l'accroissement de la productivité agricole.

Pour réaliser cette étude, une approche comparative a été utilisée après avoir typographié les caractéristiques générales des ménages et des exploitations agricoles. Toutes les variables ont été comparées pour les ménages EFICC et EMER afin de nous rendre compte de quels exploitants ont été de bons élèves ou laquelle de deux approches a atteint l'optimum économique.

Ainsi, trois scénarii ont été pris en considération dans le développement du modèle de production qui maximise le profit des exploitants EFICC et EMER en tenant compte des actifs productifs disponibles et de leurs besoins nutritionnels. Le premier scénario détermine le profit en tenant compte des recettes et coûts de l'année culturale 2020-2021. Le deuxième scénario maximise le profit sous contraintes des exigences des approches et le troisième scénario maximise le profit sans tenir compte des exigences des approches EFICC et EMER.

VII.1.1. Caractéristiques des ménages

La taille moyenne des ménages EFICC et EMER est composée de 6,5 personnes. Ces ménages pratiquent principalement l'agriculture à raison de 97% et secondairement l'élevage à raison de 69% pour les ménages EFICC et 77% pour les ménages EMER. Les chefs des ménages EFICC ont un âge moyen de 48,65 ans et celui des chefs des ménages EMER est de 41,43 ans.

Les 97% des ménages EMER sont gérés par des mariés alors les ménages gérés par des mariés représentent 88% chez les EFICC. Les veufs représentent 3% des chefs de ménages EMER contre 6% des chefs de ménages EFICC. Il n'a pas été trouvé un ménage géré par un divorcé alors que cette catégorie est représentée à 6% chez les ménages EFICC. Ce nombre important des ménages EFICC géré par les veufs et divorcés par rapport aux ménages EMER a des conséquences sur le revenu et la couverture des besoins nutritionnels car ces catégories de ménages sont les moins dotées en actifs productifs.

Les ménages EFICC et EMER diffèrent également en termes du niveau d'éducation des chefs de ménages. En effet, aucun chef de ménage EMER n'a un niveau secondaire cycle supérieur alors qu'il est de 9% chez les chefs de ménages EFICC. Cela est dû au faible niveau d'éducation observé au Burundi, surtout dans les campagnes ces dernières années. Cependant, 60% des chefs de ménages EMER ont un niveau primaire contre 50% des chefs de ménages EFICC. Les non instruits représentent 16% des chefs de ménages EFICC contre 13% des chefs de ménages EMER. Les autres 22% des chefs de ménages EFICC et 27% des chefs de ménages EMER ont fait l'alphabétisation et 3% des chefs de ménages EFICC ont un niveau secondaire cycle inférieur.

VII.1.2. Caractéristiques des exploitations

Une même exploitation agricole est constituée de plusieurs fragments de surfaces agricoles, souvent se trouvant dans des différentes zones de croissance et dispersés sur une grande superficie du fait de la croissance démographique et du système d'héritage qui en découle. Les surfaces cultivables des ménages EFICC et EMER se trouvent sur colline et dans les marais. En moyenne, les ménages EFICC ont une superficie de 2,67 ha et les EMER en ont 2,69 ha.

En ce qui concerne les principales cultures pratiquées, les agriculteurs préfèrent cultiver toutes les cultures susceptibles de produire, même en faible quantité. Ils préfèrent assurer l'autonomie du ménage en raison du manque de fiabilité du marché alimentaire, de leurs préférences et de leur attitude vis-à-vis du risque. Ils pratiquent donc un système de culture mixte afin de minimiser la variabilité des rendements tout en maximisant la diversité des produits. Dix-huit cultures ont été identifiées comme les principales cultures de la région. La banane est la première culture en termes de quantité produite pour les EFICC qu'EMER. Elle gagne en importance en raison de sa contribution au revenu des ménages et à l'approvisionnement alimentaire tout au long de l'année.

L'élevage occupe la deuxième place des activités des ménages EFICC et EMER. Cela se justifie par l'importance que ces deux approches accordent au bétail. Pour l'approche EMER, le bovin est considéré comme pourvoyeur de fumier pour la fertilisation des terres, de la production du lait et de revenus. Pour l'approche EFICC, le bétail constitue un capital non seulement utile à moyen terme pour l'amélioration et la diversification des sources de revenus du ménage mais

plus particulièrement important pour la production du fumier. Ainsi, les ménages EFICC obtiennent en moyenne 6,93T de de fumure organique sur leur exploitation et les ménages EMER en obtiennent 9,57T par an.

Les méthodes de la gestion de la fertilité des sols telles que l'utilisation des haies vives, la clôture des parcelles par des bandes enherbées, la pratique de l'agroforesterie, l'utilisation des semences sélectionnées, des fertilisants organiques, organo-minéraux (FOMI) et de la rotation des cultures sont adoptées respectivement à 78%, 97%, 78%, 90,63%, 100%, 68,75% et 68,75% chez les EFICC et à 96,67%, 100%, 76,67%, 86,67%, 93,33%, 70% et 73,33% chez les EMER. Les exploitations des ménages EFICC rapportent un revenu moyen de 4 255 525 BIF et celles des ménages EMER en donnent 5 487 490BIF.

VII.1.3. Accès aux infrastructures et aux services financiers

Les infrastructures socio-économiques sont importantes dans l'agriculture pour l'approvisionnement en intrants et pour les échanges de produits. Cependant, le niveau d'accès à ces marchés reste insuffisant. L'absence d'installations de stockage adéquates et de services de conditionnement compromet la consommation et le commerce des produits agricoles.

De même, le niveau d'accès aux services financiers est généralement faible ; les agriculteurs pauvres n'ont pas encore accès au crédit bien qu'il y ait certaines organisations qui les aident à faire des épargnes hebdomadairement.

VII.1.4. Combinaison optimale des ressources et échanges d'intrants agricoles

Lorsque les agriculteurs recherchent une utilisation optimale des facteurs de production, le nombre de cultures pratiquées diminue sensiblement et le profit agricole augmente considérablement. Pour notre étude, nous avons comparé les trois profits : le profit obtenu avec les pratiques que nous avons trouvées sur terrain (PPA), le profit optimal sous exigences des approches EFICC et EMER (PMSCA) ainsi que le profit optimal sans tenir compte des exigences des approches EFICC et EMER (PROML). Les profits sont en millions de BIF. Il en ressort un surplus de main d'œuvre nommé SMOSCA lorsque la maximisation du profit n'a pas tenu compte des exigences des approches et SMOACA au cas où la maximisation du profit a tenu compte des exigences des approches.

Le tableau 14 résume les résultats obtenus.

Tableau 14: Résumé des principaux résultats issus de l'optimisation des ressources

Approches	**Variables**	**Moyenne en millions de BIF**	**Différence des moyennes (PMSCA- PPA/ PMSCA- PROML et SMOSCA - SMOACA) en millions de BIF**	**P-value**
EFICC	PMSCA	13,1	10,1	0,0000
	PPA	3		
	PMSCA	13,1	-12,3	0,0001
	PROML	25,4		
	SMOSCA	279	118	0,0103
	SMOACA	161		
EMER	PMSCA	11,8	5,2	0,0181
	PPA	6,6		
	PMSCA	11,8	-22,4	0,0011
	PROML	34,2		
	SMOSCA	171	30	0,2924
	SMOACA	141		

Le PMSCA a été pris comme référence et les résultats ont montré qu'avec la maximisation du profit sous contraintes des exigences des approches, le profit est respectivement de 10,1 millions et 5,2 millions de BIF supérieur à celui obtenu avec les pratiques actuelles pour l'approche EFICC et EMER. Cette différence est statistiquement significative (p-value = 0,0000 pour EFICC et p-value=0,0181 pour EMER). Ce résultat nous permet de confirmer que les bénéficiaires des approches EFICC et EMER n'ont pas été de bons élèves.

Par conséquent, l'hypothèse qui stipule que « **Les exploitants EFICC et EMER sont rationnels et prennent ainsi des décisions optimisant leur bien-être compte tenu de leurs contraintes en matière d'accès aux ressources » est infirmée.**

Avec le profit optimal sous exigences des approches, seules 3 cultures sont pratiquées sur la colline : **la banane, le manioc et le café** pour l'approche EFICC et 4 cultures pour l'approche EMER : **la banane, le haricot, le maïs, les pommes de terre et le manioc**. Dans les marais, les EFICC et EMER sont appelés à pratiquer le riz pour la première saison et le maïs pour la deuxième saison qui peut être remplacé par le haricot en vue de respecter la rotation technique. Pour les cultures maraichères, les EFICC pratiqueraient les tomates et les EMER feraient les amarantes.

Cependant, le profit optimal sans contraintes des exigences des approches est respectivement de 12,3 millions et de 22,4 millions de BIF supérieur au profit optimal sous contraintes des exigences des approches EFICC et EMER et cette différence est statistiquement significative (p-value = 0,0001 pour EFICC et p-value=0,0011 pour EMER). Cela nous permet de confirmer qu'avec les exigences des approches EFICC et EMER, on est loin d'atteindre l'optimum économique. Par conséquent, l'hypothèse qui stipule que **« La mise en application des exigences des approches EFICC et EMER en matière d'allocation de la ressource terre aboutit à l'optimalité économique des facteurs de production » est infirmée.**

Pour atteindre l'optimum économique, le modèle recommande de faire la monoculture à dominance **banane sur la colline** et à dominance **riz dans les marais** pour toutes les approches.

La maximisation du profit sans contraintes des approches dégage en moyenne un surplus de main d'œuvre respectivement de 279 HJ et 171 HJ par an pour EFICC et EMER alors qu'avec les exigences des approches, le surplus de main d'œuvre dégagé est respectivement de 161 HJ et 141 HJ pour EFICC et EMER. Avec ces résultats, nous constatons que l'approche EMER exige une main d'œuvre élevée que l'approche EFICC et la maximisation du profit sous exigences des approches requiert une main d'œuvre élevée que la maximisation du profit sans exigences des approches.

Lorsque les nutriments alimentaires des ménages sont pris en compte, le revenu agricole moyen est respectivement de 956 117 BIF et 5 399 792 BIF par an pour un ménage EFICC et EMER. Ainsi, 9,38% des ménages EFICC et 63,33% des ménages EMER de l'échantillon sont à mesure

de satisfaire les besoins nutritionnels des ménages par leur propre production. Le lipide est le nutriment le plus déficient dans la production agricole. Les glucides sont par contre abondants pour les deux approches et la plupart du surplus commercialisables provient des glucides.

Ces résultats nous permettent d'infirmer l'hypothèse qui stipule que « **La production agricole des ménages EFICC et EMER couvre quantitativement et qualitativement leurs besoins vitaux** ». Seuls les ménages EMER, peuvent couvrir quantitativement et qualitativement leurs besoins vitaux grâce à leur production agricole.

La simulation qui a été faite pour tester à partir de quelle superficie les ménages satisfont leurs besoins nutritionnels, au moins les besoins en l'un des nutriments ou la couverture nutritionnelle vis-à-vis de la superficie minimale recommandée par les approches EFICC et EMER a montré qu'à partir de 2,5 ha les ménages EFICC et EMER peuvent satisfaire leurs besoins nutritionnels grâce à leur production. Par contre, avec une superficie de 1 ha qui, d'ailleurs est la superficie minimale acceptée par l'approche EMER, les ménages EFICC et EMER peuvent satisfaire seulement les besoins en glucides grâce à leur production. Enfin, avec une superficie minimale de 0,5 ha que l'approche EFICC accepte, les ménages EFICC et EMER enregistrent des déficits en tous les nutriments et ne parviennent à rien vendre.

D'autre part, la simulation qui a été faite pour tester à partir de quelle taille les ménages satisfont leurs besoins nutritionnels, au moins les besoins en l'un des nutriments ou ne satisfont les besoins en aucun nutriment a montré qu'avec la taille moyenne de 5 pour EFICC et 11 pour EMER, les ménages peuvent couvrir leurs besoins nutritionnels grâce à leur production. Par contre, avec la taille de 7 pour EFICC et 12 pour EMER, les ménages ne peuvent couvrir que leurs besoins glucides grâce à leur production. Enfin, au-delà de la taille de 7 pour EFICC et 12 pour EMER, les ménages ne parviennent à rien couvrir en nutriments grâce à leur production.

VII.2. Conclusion générale

Le problème de la rareté des terres constitue un véritable défi pour la production agricole des ménages EFICC et EMER enquêtés. Parmi les ménages, 90,62% pour EFICC et 36,67% pour EMER de l'échantillon ne produisent pas assez de nourriture pour couvrir leurs besoins nutritionnels.

Les agriculteurs adaptent leurs activités à leur situation socio-économique. L'accès limité à la terre entraîne une diversification des moyens de subsistance. Ils pratiquent à la fois des activités agricoles et non agricoles afin de compléter leurs revenus agricoles. En ce qui concerne la diversification sur l'exploitation, les ménages EFICC et EMER adoptent des systèmes de cultures multiples comme moyen de sécuriser et de diversifier la production agricole. Cela est aussi leur solution pour faire face aux défaillances et aux risques du marché surtout pour des ménages qui ont des grandes exploitations. Cette pratique conduit à la faible production des exploitations observée chez les EFICC et EMER. Les petites exploitations ne sont pas en mesure de satisfaire les besoins alimentaires des ménages. Elles doivent vendre leur force de travail aux grandes exploitations voisines afin d'obtenir la somme d'argent nécessaire pour acheter de la nourriture et couvrir les dépenses familiales supplémentaires.

Les ménages se lamentent également que les revenus agricoles ne sont pas rémunérateurs à cause de la forte incertitude du marché. Cet échec du marché résulte du manque d'infrastructures de stockage et d'industries de transformation alimentaire qui contraignent les agriculteurs à vendre leurs produits immédiatement après la récolte.

Cependant, il est possible pour les ménages EFICC et EMER de produire de manière optimale des cultures qui répondent à leurs besoins de sécurité alimentaire tout en générant un certain niveau de revenu. Le modèle développé montre qu'en cultivant un nombre limité de plantes, les agriculteurs peuvent bénéficier d'une utilisation optimale des terres, ce qui augmente leur profit et contribue à la couverture de leurs besoins nutritionnels.

De même, la spécialisation dégage un surplus de main d’œuvre qui constitue des échanges entre agriculteurs ou dans d’autres secteurs d’activités. En outre, le constat a été que les rendements pour toutes les cultures sont faibles. Il s’avère nécessaire de consolider un système financier pour disponibiliser à tous agriculteurs les semences à haut potentiel de production.

VII.3 Recommandations

Ce mémoire de maîtrise a fourni un cadre précieux pour la production agricole pour les exploitants EFICC et EMER. Toutefois, il serait difficile de généraliser littéralement les conclusions de cette recherche car, la complexité du système agricole du Burundi limite la possibilité de définir précisément les paramètres de chaque activité.

Néanmoins, sur la base de ces résultats de recherche, un certain nombre de suggestions sont formulées à l'intention des quatre principaux acteurs du développement agricole : les agriculteurs, les Organisations Non Gouvernementales (ONG), le gouvernement et les chercheurs.

Aux agriculteurs :

- Réduire le nombre de cultures pratiquées sur leurs exploitations afin d'améliorer la possibilité de produire suffisamment d'aliments de base pour la consommation des ménages tout en visant des excédents commercialisables.
- Mettre en pratique les techniques et pratiques recommandées par les facilitateurs d'approches.

Aux Organisations Non Gouvernementales :

- Se concerter au moment de mettre en place les approches afin de ne pas créer des chevauchements d'approches et de méthodes d'accompagnement et embrouiller par conséquent les agriculteurs.

Au gouvernement :

- Mettre à la disponibilité des agriculteurs et à temps opportun des intrants agricoles comme les semences sélectionnées et à haut potentiel de production et les engrais chimiques.
- Fournir un environnement favorable aux personnes qui veulent investir dans le secteur semencier et fabrication des engrais chimiques. Cela peut contribuer à augmenter considérablement la production agricole.
- Améliorer les systèmes de marché, les agro-industries et les installations de stockage et promouvoir le crédit rural afin de résoudre le problème de la pénurie de capitaux.
- Inciter les agriculteurs à se spécialiser dans un nombre réduit d'activités sur leurs exploitations selon les spécificités de leurs zones agro écologiques.

Malgré le grand effort fourni pour produire ce mémoire de maîtrise, on ne peut prétendre avoir couvert entièrement la question de la production agricole au Burundi.

Le système agricole burundais est dominé par des cultures intercalaires et ce système continuera à dominer le paysage de la petite agriculture burundaise pour des millions de ménages aux ressources limitées. Parmi les limites rencontrées, le manque des données sur le paramètre ratio d'équivalence de terres (REL) qui indique combien d'unités de surface sont nécessaires pour produire, dans un système de monoculture, la même quantité de chaque culture produite par unité de surface de culture intercalaire. Il est alors recommandé :

Aux chercheurs :

- Trouver un paramètre REL applicable dans le système agricole intercalaire composé de plusieurs cultures.
- Cette recherche a comparé deux approches EFICC et EMER parmi plusieurs qui sont utilisées au Burundi. Des recherches ultérieures pourraient se concentrer sur la comparaison de toutes les approches afin de dégager celles qui valorisent mieux les ressources et assurent la sécurité alimentaire des ménages agricoles.

Références bibliographiques

1. ACORD BURUNDI (2018). Feuille de Route des Exploitations Modèles Economiquement Rentables
2. Ardilly, P. (2006). Les techniques de sondage - Pascal Ardilly - 2ème édition - Librairie Eyrolles.https://www.eyrolles.com/Sciences/Livre/les-techniques-de-sondage-9782710808473/
3. Berger, T. and Schreinemachers, P. (2006): Land-use and decisions in Developing Countries and their representative representation in multi-agent systems. Journal of land use science 1, pp. 29-44
4. Boussard, J.M., Gérard, F., et Piketty, M.G. (2005). Libéraliser l'agriculture mondiale ?
5. Bruelle, G. (2010). Modélisation des Exploitations Agricoles du Lac Alaotra - Madagascar en Programmation Linéaire. Structure.
6. Buysse, J., Van Huylenbroeck, G. and Lauwers, L. (2006): Normative, positive and econometric mathematical programming as tools for incorporation of multifunctionality in agricultural policy modelling. Elsevier, Agriculture, Ecosystems and environment 120, pp. 70-81
7. CARITAS (2015). Projet intégré d'amélioration durable de la sécurité alimentaire via l'autopromotion des populations dans les Communes Buhinyuza et Mwakiro. Rapport final Mai 2012 – Octobre 2015, 86 pages.
8. FAO (1996). Introduction aux concepts de la sécurité alimentaire
9. FAO (1997): Farm Management for Asia. Farming Systems Management Series, No.13
10. FAO (2002): Small holder farmers in India: Food security and Agricultural policy. Regional office for Asia and the Pacific, RAP publication 2002/03
11. FAO (2013). Guide pour mesurer la diversité alimentaire au niveau du ménage et de l'individu. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome, p.53
12. FAO et OMS (1973). Rapport d'un comité spécial mixte d'experts sur les besoins énergétiques et les besoins en protéines.
13. Gohin, A., et Chantreuil, F. (1999). La programmation mathématique positive dans les

modèles d'exploitation agricole: Principes et importance du calibrage.

14. Gohin, A., et Chantreuil, F. (1999). La programmation mathématique positive dans les modèles d'exploitations agricoles : principe et importance du calibrage. Cahiers D'Economies et sociologies Rurales (52) :59-77.
15. Heckelei, T., et Britz, W. (2000). Positive Mathematical Programming with Multiple Data Points: A cross-sectional Estimation Procedure.
16. Johnston, B. B. F., et Mellor, J. W. (2016). American Economic Association The Role of Agriculture in Economic Development Author (s): Bruce F . Johnston and John W . Mellor Source : The American Economic Review , Vol . 51 , No . 4 (Sep ., 1961), pp . 566-593 Published by : American Economic Ass. 51(4), 566–593.
17. Klatzmann, J. (2018). La technique des programmes linéaires peut-elle être appliquée à la gestion des exploitations agricoles ? Economie Rurale, 42(1), 11–16. https://doi.org/10.3406/ecoru.1959.1680
18. Lebailly, P., Niyongere, C., et Nimenya, N. (2020). Analyse des Approches et Méthodes de Projets / Programmes au Burundi.
19. Lewis, W. A. (1954). The Economics of Underdevelopment. South African Journal of Economics, 30(2), 169–169. https://doi.org/10.1111/j.1813-6982.1962.tb02428.x
20. Martin, A. et Potier, G.C. (2012). Besoins nutritionnels et apports nutritionnels conseillés pour la satisfaction de ces besoins. D.O.I : 10.1016/S1155-1941(12)56080-4
21. MINAGRIE (2011). Plan National d'Investissement Agricole.
22. Ndimira, P.F. (1991). Dynamique et problématique d'amélioration des systèmes d'exploitation agricoles au Burundi. Cas de la région de Remera. Thèse doctorale, Louvain-la-Neuve, Belgique
23. Niragira, S. (2011). Optimizing Land Use Among Small Scale Farms Through Agricultural Specialization in the North of Burundi.
24. OMS (1998). Densités nutritives de référence de certains nutriments
25. PAM 2014 b. Indicateurs de la sécurité alimentaire. Intégrer les programmes de nutrition et de sécurité alimentaire en situation d'urgence et pour le renforcement de la résilience, Atelier Régional de Formation : 10-12 Juin 2014, Afrique de l'Ouest/Sahel – Saly, Sénégal. Récupéré le 04/01/2022 sur https://www.fao.org/file admin/user-upload/food-security-capacity

26. République du Burundi (2008). Stratégie agricole nationale 2008-2015.
27. République du Burundi (2011). Programme National d'Investissement Agricole.
28. République du Burundi (2018). Plan National de Développement du Burundi 2018-2027
29. République du Burundi (2020). Document d'Orientation de la Politique Environnementale, Agricole et d'Elevage 2020-2027.
30. République du Burundi (2016). Evaluation de la pauvrette au Burundi en ligne
31. Sakalauskas, G.W. and Zavadskas, E.K. (2008): Optimization of the Agricultural Production Structure. Lithuanian University of Agriculture, Vilnius, pp. 370-375
32. SIBOMANA, R., KABONEKA, S., BAKUNDUKIZE, N., NIYONKURU, D., BUZOYA, E., BUKOBERO, L., et HARIYONGABO, H. (2020). Biological, Nutritional and Economic Benefits of Cassava-Maize-Bean Intercropping in Kirimiro and Mumirwa agro-ecological zones, Burundi
33. Van Der Maren, J.M. (1996). Methods of Research in Education. Brussels : De Boeck University

Annexe

A. Questionnaire d'enquête

Application de la programmation mathématique positive à la gestion des exploitations agricoles au Burundi : Etude comparée des approches EFICC et EMER.

l. Identification

I.1.Identification du ménage

1. Nom de la province……
   Nº de la province [____]____]
2. Nom de la commune……..
   Nº de la commune [____]____]
3. Nom de la colline……..
   N° de la colline [____]____]

I.2.Identification du répondant

N°	Question	Réponse	Code de la réponse
1	Nom et prénom du répondant		
2	Genre	[___]	1=Masculin 0=. Féminin
3	Age	[___]	95 si Age>95, 97=Ne sait pas et 99=Ne veut pas répondre
4	Niveau d'instruction	[___]	**1=**Sans **2=**Primaire **3=**Secondaire **:**cycle inférieur **4=**Secondaire **:**cycle supérieur **5=**Université **6=**Alphabétisation
5	Etat-civil	[___]	1=Célibataire 2=Marié (e)3=Unionlibre4=Séparé 5=Divorcé 6=Veuf (ve)
6	Etes-vous le chef de ménage ?	[___]	1=Oui 0=Non

7	Combien d'individus y compris vous-mêmes (taille du ménage) vivent dans votre ménage	[___]	
8	Combien d'adultes de sexe masculin ?	[___]	
	Combien d'adultes de sexe féminin ?	[___]	
	Combien d'enfants de sexe masculin ?	[___]	
	Combien d'enfants de sexe masculin	[___]	
	Combien de nourrissons ?	[___]	
9	Quel est l'âge de chacun en ans révolus ?	[___]	

II. Inventaire des couts de production et des revenus relatifs à l'exploitation

II.1. Estimation de la superficie totale cultivable

1. Quelle est la superficie totale cultivée ? :…….

II.2 Estimation des couts de production et revenu de l'exploitation

II.2.1. Coûts et revenu des cultures pour l'année 2020

Culture	Superficie	En pure/ en association	Coût du labour	Coût de semis/plantation	Coût de sarclo-binage	Coût de récolte	Coût de semence	Coût de fumure organique	Coût des engrais chimique et dolomie	Coût des produits phytosanitaire	Quantité produite (Kg)	Production vendue	Prix de vente
[___]	[___]	[___]	[___]	[___]	[___]	[___]	[__]	[___]	[___]	[__]	[__]	[___]	[___]
	Codes de toutes les cultures possibles, incluant les boisements, les fourrages, etc.												

II. 2.2. Coûts et revenus d'animaux d'élevage pour l'année 2020

Type d'animaux	Nombre d'animaux	Type d'intrants	Quantité d'intrants achetés	Prix unitaire	Prix total	Type de produits d'élevage vendus	Quantité vendue	Prix unitaire	Prix total
[___]	[___]	[___]	[___]	[___]	[___]	[___]	[___]	[___]	[___]
	Codes de tous les animaux et toutes les productions animales et les saillies, etc.								

II.3 Détermination du prix de revient et évaluation des achats par rapport aux ventes

II.3.1. Détermination du prix de revient

N°	Question	Réponse	Code de la réponse
1	Savez-vous déterminer les prix de revient des denrées alimentaires obtenues sur votre exploitation ?	[__]	1=Oui 0=Non
2	Si oui, comment faites-vous (question ouverte)	[___]__]	
3	Sinon, vous vendez les denrées sur base des prix pratiqués sur le marché ?	[___]	1=Oui 0=Non

II.3.2. Evaluation des achats par rapport aux ventes

N°	Question	Réponse	Code de la réponse
1	Combien de fois par mois, vous rendez-vous au marché pour acheter les denrées alimentaires ?	[___]	
2	Si applicable, en quelles quantités/mois ?	[___]	
3	Pendant quelle période faites-vous ces achats ?	[___]	
4	Combien de fois par mois, vous rendez-vous au marché pour vendre les denrées alimentaires ?	[___]	
5	Si applicable, en quelles quantités ?	[___]	
6	Pendant quelle période faites-vous ces ventes ?	[___]	
7	Au total, vos achats sont-ils :	[___]	1. Moindres par rapport à vos ventes ? 2. Plus importants par rapport à vos ventes ?

II.4. Utilisation des revenus des exploitations

N°	Question	Réponse	Code de la réponse
1	Quelles ont été les affectations des revenus de votre ménage en 2020 ?	[___][___] [___][___] [___][___] [___]	1. Alimentation 2. Soins médicaux 3. Habillements 4. Frais scolaires 5. Constructions 6. Dépenses agricoles 7. Achat des terres

III. Gestion de la fertilité des sols

N°	Question	Réponse	Code de la réponse
1	Quelle lutte antiérosive pratiquez-vous ?	[___][___] [___][___] [___][___] [___]	1. Aucune 2. Paillage 3. Haies vives 4. Billons 5. Bandes enherbées 6. Terrasses radicales 7. Arbres agro-forestiers
2	Utilisez-vous des semences sélectionnées et certifiés pour la culture principale ?	[___]	1=Oui 0=Non
3	Utilisez-vous des fertilisants organiques	[___]	1=Oui 0=Non
4	Utilisez-vous des fertilisants organo-minérales (FOMI) ?	[___]	1=Oui 0=Non
5	Pratiquez-vous la rotation des cultures ?	[___]	1=Oui 0=Non
6	Comment appréciez-vous la fertilité de votre	[___]	1. Pas du tout fertile

	parcelle ?		2. Peu fertile 3. Moyennement fertile 4. Fertile 5. Très fertile
7	Si peu ou pas fertile, que faire pour améliorer sa fertilité ?	[___]	1. Fertilisation minérale (engrais chimiques) 2. Fertilisation organique (fumier, compost) 3. Fertilisation organo-minérale 4. Chaulage 5. Jachère 6. LAE
8	Votre parcelle est-elle clôturée par des bandes enherbées ?	[___]	1=Oui 0=Non
9	Quelle quantité de fumure organique obtenez-vous sur votre exploitation ?	[___]	
10	Recevez-vous des subventions à la production (intrants subventionnés) ?	[___]	1=Oui 0=Non

IV. Scores de diversité alimentaire et consommation alimentaire

IV.1 Sore de Diversité Alimentaire des Ménages-SDAM

a. Avez-vous pris ces denrées alimentaires les derniers 24 heures ?

N°	Question/	Réponse/	Code de la réponse
1	Céréales (riz, maïs, blé, sorgho, éleusine, beignets, etc.)	[___]	1=Oui 0=Non
2	Racines et tubercules blancs (manioc, pate de manioc, patate douce, pomme de terre, colocase, banane et autres tubercules)	[___]	1=Oui 0=Non
3	Légumineuses : haricot, arachide, petit pois, etc.	[___]	1=Oui 0=Non
4	Légumes vert foncé à feuilles	[___]	1=Oui 0=Non
5	Autres types de légumes (non vertes et sans feuilles)	[___]	1=Oui 0=Non
6	Fruits riches en vitamines A (mangues mûres, melon, etc.)	[___]	1=Oui 0=Non
7	Autres fruits	[___]	1=Oui 0=Non
8	Viande	[___]	1=Oui 0=Non
9	Œufs	[___]	1=Oui 0=Non
10	Poisson et autres fruits de mer	[___]	1=Oui 0=Non
11	Lait et produits laitiers	[___]	1=Oui 0=Non
12	Abats riches enfer (foie, cœur et autres aliments à base de sang)	[___]	1=Oui 0=Non
13	Huiles et graisses	[___]	1=Oui 0=Non
14	Sucreries (sucre, miel, etc.)	[___]	1=Oui 0=Non
15	Epices, condiments, boissons Ibirungo	[___]	1=Oui 0=Non
16	Si oui quelle est la provenance ?	[___]	1. Production 2. Marché 3. Don
	Appliquer sur toutes les questions		

b. Combien de jours avez-vous consommé ces denrées alimentaires pendant les 7derniersjours ?

N°	Question/	Réponse/	Code de la réponse
1	Céréales (riz, maïs, blé, sorgho, éleusine, beignets, etc.)	[___]	1=Oui 0=Non
2	Racines et tubercules blancs (manioc, pate de manioc, patate douce, pomme de terre, colocase, banane et autres tubercules)	[___]	1=Oui 0=Non
3	Légumineuses : haricot, arachide, petit pois, etc.	[___]	1=Oui 0=Non
4	Légumes vert foncé à feuilles	[___]	1=Oui 0=Non
5	Autres types de légumes (non vertes et sans feuilles)	[___]	1=Oui 0=Non
6	Fruits riches en vitamines A (mangues mûres, melon, etc.)	[___]	1=Oui 0=Non
7	Autres fruits	[___]	1=Oui 0=Non
8	Viande	[___]	1=Oui 0=Non
9	Œufs	[___]	1=Oui 0=Non
10	Poisson et autres fruits de mer	[___]	1=Oui 0=Non
11	Lait et produits laitiers	[___]	1=Oui 0=Non
12	Abats riches enfer (foie, cœur et autres aliments à base de sang)	[___]	1=Oui 0=Non
13	Huiles et graisses	[___]	1=Oui 0=Non
14	Sucreries (sucre, miel, etc.)	[___]	1=Oui 0=Non
15	Epices, condiments, boissons, Ibirungo	[___]	1=Oui 0=Non

B. La détermination de la taille de l'échantillon

Il s'agit de déterminer le nombre d'interviews à réaliser. Selon Pascal Ardilly (2006), au vu des formules de la variance, il est évident que plus la taille n est grande, plus le sondage est précis. Cependant, nous ne disposons pas un budget illimité, et la question du coût sera pour nous une contrainte. Ainsi, avec une forte contrainte de coût dont nous avons fait face, nous étions tenus de réaliser :

$n = \frac{C}{c}$, où **C** est le budget total de l'enquête, et **c** désigne le coût unitaire total attaché à un interview.

Le coût unitaire c doit être évidemment pris au sens large, et englober des dépenses permettant d'obtenir l'estimateur $\bar{Y}$: coût d'étude du statisticien, coût de formation de l'enquêteur, coût informatique, salaire de l'enquêteur, etc.

Pour notre étude, nous disposions d'un budget total de 992000 BIF et le coût estimé pour un enquêté est de 16000BIF d'où un échantillon de 62 chefs de ménages.