

Productivité, efficacité et profitabilité des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda

Aristide MANIRIHO



COMMUNAUTÉ FRANÇAISE DE BELGIQUE
UNIVERSITÉ DE LIÈGE – GEMBLoux AGRO-BIO TECH

**Productivité, efficacité et rentabilité des petites
exploitations agricoles dans la région des sols de
laves au Rwanda**

Aristide MANIRIHO

Dissertation originale présentée en vue de l'obtention du grade de
docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique.

Cette thèse a été aussi élaborée en cotutelle avec l'Université du Rwanda.

Promoteurs : Prof. Philippe LEBAILLY
Dr. Edouard MUSABANGANJI

Année civile : 2021

Résumé

MANIRIHO Aristide. (2021). Productivité, efficience et profitabilité des petites exploitations agricoles dans la région agricole des sols de laves au Rwanda (Thèse de Doctorat en Français). Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique, 241 pages, 54 tableaux, 30 figures.

Pour répondre à la demande des aliments aussi bien en quantité qu'en qualité de la population croissante en Afrique, il faudra appliquer les technologies agricoles appropriées aux sols fragiles de ce continent pour augmenter la productivité et aboutir à la sécurité alimentaire. Dans le contexte du Rwanda, l'usage des fertilisants et des pesticides relève une contestation entre le Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage et l'Office Rwandais chargé de la Protection de l'Environnement. Tandis que le premier prône l'utilisation intensive des fertilisants et pesticides, l'exploitation des marais pour accroître la production agricole, le second souligne que cela conduira à la pollution de l'environnement. Le gouvernement rwandais a adopté, depuis plus d'une décennie, une séquence de politiques et de stratégies visant le développement économique et l'amélioration du niveau de vie de sa population essentiellement agricole. Dans le secteur agricole, l'adoption de nouvelles technologies et l'augmentation de la production se sont accompagnées de la mise en œuvre de ces stratégies. On remarque cependant que l'économie du pays reste dominée par l'agriculture de subsistance, avec un écart net entre la production potentielle et la production actuelle. Cette recherche s'efforce d'analyser le rôle des petites exploitations agricoles (1,0 ha au maximum) dans le développement agricole au Rwanda en considérant deux points d'importance stratégique, notamment la paysannerie et la production végétale (pomme de terre, maïs, haricot, blé, légumes), plus spécifiquement dans la région des sols de laves, dans les districts de Burera et Musanze de la Province du Nord, ainsi que Nyabihu et Rubavu de la Province de l'Ouest.

Pour cette étude, les données collectées pour la saison 2019 B portaient sur différents points tels que les caractéristiques socioéconomiques des exploitants agricoles et de leurs ménages, les caractéristiques des exploitations (taille et culture), la perception des exploitants agricoles sur les utilités des techniques agricoles, les méthodes agricoles effectivement pratiquées par les exploitants, les informations en rapport avec la main-d'œuvre, les intrants, les pesticides, l'équipement et outillage agricole, la rente (ou coût d'accès à la terre), le coût de transport, la production et le prix de vente, ainsi que les conditions de vie (habitat, alimentation, accès à l'eau et énergie d'éclairage et de cuisine). Différentes méthodes, notamment celles d'analyse documentaire, d'enquête par questionnaire, d'observation directe et d'entretien ont été utilisées pour collecter les données quantitatives et qualitatives sur les 401 petits exploitants agricoles (dont 132 producteurs de pomme de terre, 39 producteurs de haricot, 24 producteurs de maïs, 14 producteurs de sorgho, 51 producteurs d'oignon rouge, 43 producteurs d'oignon blanc, 50 producteurs de choux, 46 de carottes, 1 pour le blé et 1 pour le pyrèthre) dans la région agricole des sols de laves au Rwanda.

L'analyse des données a été faite à l'aide des méthodes statistique, économétrique et budgétaire. Les statistiques descriptives (fréquences, pourcentages, moyennes) ont été calculées et ont permis d'ordonner les perceptions des producteurs agricoles sur les techniques agricoles sélectionnées, ainsi que les techniques agricoles effectivement pratiquées sur les exploitations. Elles ont aussi été calculées pour, identifier les composantes des coûts de production, dévoiler l'importance des sources des produits alimentaires consommés dans les ménages des exploitants agricoles, et repérer la répartition des dépenses de consommation parmi les différents articles. L'analyse corrélationnelle et la courbe "lowess" nous ont permis d'identifier les déterminants du rendement agricole et ceux de la rentabilité des exploitations agricoles, alors que la méthode budgétaire et l'analyse coût-avantage ont facilité l'estimation de la rentabilité des exploitations agricoles.

Le Test de Student a été utilisé pour situer la différence de la moyenne des terres exploitées, la moyenne des rendements, la moyenne des prix de vente et celle des revenus agricoles nets entre les petits producteurs d'oignon et les petits producteurs de pomme de terre. Après avoir formé des groupes hiérarchiques de petites exploitations agricoles, mutuellement exclusifs en termes de profitabilité, l'analyse de la variance a été aussi utilisée pour tester la variabilité des indicateurs de performance entre trois catégories de petits producteurs agricoles : les petits producteurs moins performants, les petits producteurs moyennement performants, et les petits producteurs plus performants. L'approche économétrique a été utilisée pour identifier les déterminants de l'efficacité économique, alors que l'approche CARI a été utilisée pour analyser la situation alimentaire des ménages des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.

Nous avons tout d'abord présenté les techniques agricoles effectivement pratiquées par les petits producteurs agricoles pour l'amélioration de la fertilité et de la productivité des sols. Nous avons utilisé l'échelle de Likert et, par ordre d'importance décroissante, les résultats montrent que les techniques les plus utilisées sont : le semis au moment opportun, l'usage approprié des engrais organiques, l'utilisation de semences sélectionnées, la récolte à la maturation, la combinaison de l'agriculture et de l'élevage, l'usage approprié des pesticides, la rotation des cultures, la combinaison raisonnée des engrais chimiques et organiques, et l'association des cultures. En procédant de la même façon, nous avons ensuite examiné les effets présumés de certaines techniques sur lesquelles les petits producteurs agricoles se prononcent et à quel niveau ils perçoivent le rôle de ces techniques dans la fertilité et la productivité des sols. Les résultats montrent que les techniques perçues comme les plus susceptibles de promouvoir la fertilité et la productivité des sols sont, toujours par ordre d'importance décroissante : l'usage des engrais organiques, la protection des sols contre l'érosion, la combinaison de l'agriculture et de l'élevage, la rotation des cultures, la combinaison raisonnée des engrais chimiques et organiques, l'usage des engrais chimiques, l'agroforesterie, et l'association des cultures.

En utilisant toujours les données de notre enquête pour la saison 2019 B, les résultats de l'analyse comparative montrent qu'il n'y a pas de différence

significative entre la taille des terres exploitées pour la production de pomme de terre et celle exploitée pour l'oignon, que le prix de vente de l'oignon est significativement supérieur à celui de la pomme de terre, et que le revenu moyen d'un producteur d'oignon est significativement supérieur au revenu moyen d'un producteur de pomme de terre dans la région des sols de laves au Rwanda. Quant à l'analyse de la rentabilité, les résultats indiquent que, pour toutes les cultures, le revenu net (RN) est supérieur à zéro et le ratio avantage-coût (RAC) est supérieur à 1. De plus, ces résultats montrent que l'oignon est plus rentable que la pomme de terre. En plus de cela, par rapport à l'année 2009, les résultats de notre étude montrent que les exploitations de la pomme de terre, du haricot, du maïs et du sorgho étaient toujours rentables en 2019, bien que, contrairement à ces trois dernières cultures, le rendement de la pomme de terre avait significativement diminué.

L'analyse corrélative et la courbe "*lowess*" montre que le rendement agricole est corrélé à la quantité des fertilisants (DAP, urée, fumier) et des pesticides utilisés, ainsi qu'à la surface des terres exploitées, mais que cette relation n'est pas toujours linéaire. Pour l'analyse économétrique, les résultats de la régression linéaire ont permis d'identifier le niveau de performance, l'adhésion à la coopérative, l'accès au crédit, l'accès au marché, l'accès aux services de vulgarisation, l'adoption des variétés à haut rendement, la rotation des cultures, la localisation de la ferme, et la culture choisie comme facteurs influençant significativement l'efficacité économique. Le niveau de l'efficacité (PTF=3,48) montre que les petits exploitants agricoles sous-exploitent les ressources à leur disposition. De l'analyse de la variance, il ressort la variabilité très hautement significative du rendement, de l'efficacité économique, de l'efficacité de l'allocation des ressources, du coût de production, et du revenu agricole net aussi bien entre les trois catégories des petits producteurs agricoles qu'entre les cultures. De plus, les résultats d'études assez récentes de l'analyse des coûts en ressources internes montrent que, sauf pour le maïs, le CRI de toutes les cultures est inférieur à 1, ce qui implique que les chaînes de valeur de ces cultures sont viables (compétitives) dans l'économie mondiale, étant donné que ces produits agricoles ont un avantage comparatif dans le commerce international.

Avec l'approche CARI, nous avons pu classer les ménages des petits exploitants agricoles en situation alimentaire pauvre (3,5%), en situation alimentaire limitée (21,5%), et en situation alimentaire acceptable (75,1%). Sur base des résultats de cette recherche, il faudrait considérer le bon usage des intrants (NPK, urée, fumier, dithane), la taille des terres exploitées et le rôle de la vache dans l'exploitation agricole pour viser l'augmentation du rendement; il faudrait considérer le fonctionnement des institutions (coopératives, crédit, vulgarisation, marché) ainsi que la bonne pratique des techniques agricoles (sélection des semences, usage des engrais, choix de la culture). Les estimations économétriques montrent que les producteurs de pomme de terre ont 3 fois plus de chance d'être en sécurité alimentaire que les non-producteurs de pomme de terre, et que la pomme de terre est plus importante pour la sécurité alimentaire chez les producteurs agricoles moins

performants que chez les deux autres catégories de producteurs. Tout en reconnaissant le rôle de la pomme de terre dans la sécurité alimentaire, les petits producteurs devraient alterner l'exploitation des différentes cultures afin de bénéficier les avantages de chacune d'elles dans l'augmentation et la stabilisation des revenus agricoles, ainsi que dans l'amélioration des conditions de vie.

Mots clés : petite exploitation agricole, productivité, efficience, profitabilité, bien-être, Rwanda.

Abstract

Aristide MANIRIHO. (2021). Productivity, efficiency and profitability of small-scale farms in volcanic highlands in Rwanda (PhD Thesis in French). University of Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Belgium, 241 pages, 54 tables, 30 figures.

In intention to respond to the demand for food in both quantity and quality of the growing population in Africa, it will be necessary to apply appropriate agricultural technologies to the fragile soils of this continent to increase productivity and achieve food security. In the context of Rwanda, the use of fertilizers and pesticides raises a dispute between the Ministry of Agriculture and Livestock and the Rwandan Office responsible for the protection of the environment. While the former advocates the intensive use of fertilizers and pesticides, the exploitation of swamps to increase agricultural production, the latter stresses that this will lead to pollution of the environment. The Government of Rwanda has adopted, for more than a decade, a sequence of policies and strategies aiming at economic development and improving the living standards of its primarily agrarian population. In the agricultural sector, the adoption of technology packages and increased production has been accompanied by the implementation of these strategies. We should emphasize, however, that the country's economy is still dominated by subsistence agriculture, with a gap between potential and current production for the priority crops selected under the agricultural intensification and regional specialization program. This research endeavors to highlight the role of small farms (1.0 hectare at most) in agricultural development in Rwanda by considering two points of high sensitivity, in particular the peasantry and plant production (potato, corn, beans, wheat, vegetables), more specifically in the Volcanic Agro-ecological Zone, in the Burera and Musanze districts of the Northern Province, as well as Nyabihu and Rubavu in the Western Province.

Data collected for this study focused on different points such as the socioeconomic characteristics of farmers and their households, characteristics of farms (size and crop), perception of farmers on the usefulness of agricultural techniques, the agricultural methods actually practiced by farmers, information related to labor, inputs, pesticides, agricultural equipment and tools, rent (or cost of access to land), transport cost, production and selling price, as well as living conditions (habitat, food, access to water as well as cooking and lighting energy). The different methods, namely those of documentary analysis, questionnaire survey, direct observation and interview were used to collect quantitative and qualitative data on the 401 small farmers (including 132 potato producers, 39 bean producers, 24 maize producers, 14 sorghum producers, 51 red onion producers, 43 white onion producers, 50 cabbage producers, 46 carrot producers, 1 producer for wheat and 1 for pyrethrum) in the Volcanic Highlands in Rwanda.

Data analysis was done using statistical, econometric and budgetary methods. The descriptive statistics (frequencies, percentage, and means) were calculated and made it possible to order the perceptions of agricultural producers on the selected

agricultural methods, as well as the agricultural techniques practiced on the holdings. They were also calculated to identify the components of production costs, reveal the importance of the sources of food products consumed in the households of farmers, and to identify the distribution of consumption expenditure among the various items. Correlational analysis and the "lowess" curve allowed us to identify the determinants of agricultural yield and those of farm profitability, while the budgetary method and cost-benefit analysis facilitated the estimation of the profitability of small-scale farms. The Student Test was used to locate the difference between the average cultivated land, the average yields, the average selling prices and the average net farm income between onion producers and potato producers. After forming hierarchical groups of mutually exclusive smallholder farms in terms of their profitability, the analysis of variance was used to test the variability of performance indicators among the three categories of smallholder farmers: lower-performing smallholders, medium-performing smallholders, and higher-performing smallholders. The econometric approach was used to identify the determinants of effectiveness, while the CARI approach was used to statute the food security status of the small-scale farmers in the study area.

The results from the analysis using the Likert scale show that, in order of importance, the most commonly used farming techniques, the results show that, in order of importance, these are: timely sowing, appropriate use of organic fertilisers, use of high-yielding seeds, harvesting at the point of ripening, combination of crop and livestock farming, appropriate use of pesticides, crop rotation, reasoned combination of chemical and organic fertilisers, and crop combination. As for the examination of the presupposed effects of certain techniques on which small-scale farmers express their perceptions of their role, by importance, the techniques perceived as most likely to promote soil fertility and productivity are: use of organic fertilisers, soil protection against erosion, combination of crop and livestock farming, crop rotation, reasoned combination of chemical and organic fertilisers, use of chemical fertilisers, agroforestry, and crop combination.

Making further use of our survey data for the 2019 B season, comparative analysis shows that there is no significant difference between the size of land used for potato production and that used for onion production, that onion yields are significantly higher than potato yields, that the selling price of onion is significantly higher than that of potato, and that the average income of an onion producer is significantly higher than the average income of a potato producer in the lava soil region of Rwanda. In terms of profitability analysis, the results indicate that for all crops, the net farm income (NFI) is greater than zero and the benefit-cost ratio (BCR) is greater than 1. Furthermore, these results show that onion is more profitable than potato. Compared to 2009, the results of our study show that the potato, bean, maize and sorghum farms were still profitable in 2019, although, unlike the 3 crops, the potato yield had significantly decreased.

The correlational analysis and the "lowess" curve show that crop yield is correlated with the amount of fertilizers (DAP, urea, manure) and pesticides used, as well as the area of land farmed, even though this relationship is not always linear.

For the econometric analysis, the results of the linear regression identified the level of performance, cooperative membership, access to credit, market access, access to extension services, adoption of high-yielding varieties, crop rotation, farm location, and the crop grown as factors significantly influencing small-scale farmers' effectiveness. The level of efficiency (TFP=3.48) shows that small-scale farmers underuse their resources. In addition, the analysis of variance shows the highly significant variability in yield, level of effectiveness, efficiency of resource allocation, cost of production, and net farm income both between the three categories of smallholder farmers as well as among crops. In addition, the results from most recent studies on the domestic resource cost show that, except for maize, the domestic resource cost (DRC) ratio of all crops is less than 1, which implies that the value chains of these crops are viable in the world economy, given that these agricultural products have a comparative advantage in international trade.

With the CARI approach, we were able to classify smallholder farm households into poor food situations (3.5%), limited food situations (21.5%), and acceptable food situations (75.1%). On the basis of the results of this research, the proper use of inputs (NPK, urea, manure, dithane), the size of the land farmed and the role of the cow in the farm should be considered in order to increase the crop yield; the functioning of institutions (cooperatives, credit, extension, market) as well as the good practice of farming techniques (seed selection, use of fertilisers, choice of crop) should be considered. Econometric estimates show that potato producers are three times more likely to be food secure than non-potato producers, and that potato is more important for food security among lower-performing smallholders than among the other two categories of smallholders. While recognising the role of potatoes in food security, small-scale producers should alternate the production of different crops in order to benefit from the advantages of each crop in increasing and stabilising farm incomes as well as in improving living conditions.

Key-words: small-scale farm, productivity, efficiency, profitability, welfare, Rwanda.

Remerciements

Nos grands remerciements s'adressent tout d'abord à Dieu Tout-Puissant qui nous a donné la vie et la force de commencer et d'achever notre formation doctorale.

La réalisation de ce travail tant indispensable pour la société humaine fait premièrement appel à la détermination de l'auteur sans toutefois écarter l'intervention morale, intellectuelle et matérielle inégalable de différentes personnes à chaque niveau d'épreuves. A toutes les personnes qui ont jalonné ce parcours et qui se sont investies pour notre réussite, nous exprimons nos sincères reconnaissances.

De prime abord, nos remerciements s'adressent aux promoteurs de cette thèse, le Professeur Philippe LEBAILLY et Docteur Edouard MUSABANGANJI. Bien qu'exerçant de multiples occupations, ils nous ont généreusement offert leurs temps et leurs moyens et ils sont allés au-delà de leurs fonctions d'encadreurs scientifiques. Ceci est temoigné par leurs différentes interventions dont nous avons beaucoup bénéficié depuis le début de notre formation doctorale à l'Université de Liège, Faculté de Gembloux Agro-Bio Tech. Leurs commentaires, suggestions et soutien indéfectible sont gravés dans la valeur de ce travail. De même, nous remercions sincèrement le Professeur Philippe BURNY, le Professeur Baudouin MICHEL, le Docteur Antoine KARANGWA, et Monsieur Fabio BERTI tous membres de mon comité d'accompagnement, pour leurs apports très pertinents. Leurs précieuses suggestions, observations diverses et améliorations apportées à ce travail, leur entière disponibilité et leur rigueur scientifique resteront circonscrits dans notre mémoire. Par la même occasion, notre gratitude s'étend à tous les membres du jury pour leur contribution scientifique.

Mes études ont été menées en partenariat avec l'Université du Rwanda, Collège des Affaires et de l'Economie (« *College of Business and Economics* »), Ecole d'Economie (« *School of Economics* »), à titre de cotutelle de thèse. J'apprécie la manière dont j'ai été soutenu par les différentes autorités de l'Université. Je pense aussi aux collègues avec qui je travaillais au Campus de Gikondo lorsque j'ai commencé mes études doctorales et ceux avec qui je travaille actuellement au Campus de Huye.

Notre reconnaissance va également à l'Académie de Recherche et d'Enseignement Supérieur – Commission de la Coopération au Développement (ARES - CCD) qui nous a octroyé une bourse exceptionnelle de doctorat. Nous remercions plus spécialement Mesdames Lindsay LEBEAU et Valérie VOYEUX qui étaient chargées de la gestion de cette bourse et qui n'ont épargné aucun effort pour nous garantir un espace propice à la bonne marche de notre recherche.

En parallèle, nous remercions sincèrement Mme Nadine STOFFELEN et Mme Christine FADEUR pour leur assistance administrative et scientifique, qui nous a permis de mener avec succès des recherches à l'Unité d'Economie et Développement Rural de Gembloux Agro Bio-Tech. Leur grand accueil, sympathie et soutien resteront toujours esquissés dans notre mémoire.

Au Professeur Alfred R. BIZOZA, nous nous souviendrons de la supervision de la dissertation de Master et l'initiation à la rédaction et à la présentation de notre premier article à la conférence en 2013. Aux Professeurs Pia NILSSON, Mikaela BACKMAN et Lina BJERKE, nous exprimons la reconnaissance pour leur acceptation d'être nos collaborateurs scientifiques.

A tous les exploitants agricoles dans la région agricole des sols de laves au Rwanda dans les districts de Burera, Musanze, Nyabihu et Rubavu qui se sont rendus disponibles pour nous fournir les données et les informations nécessaires à la réalisation de cette thèse. Ils se sont comportés comme de vrais collaborateurs de recherche au cours de la collecte des données. Grâce à votre volonté de participer à notre recherche ainsi que votre collaboration, nous avons pu compléter cette étude avec succès. Aux SEDO et Secrétaires Exécutifs des cellules administratives de la zone d'enquête, nous reconnaissons vraiment votre accueil, orientation et facilitation de notre enquête.

Aux Messieurs Evariste BIZIMANA et Mattheus BIZIMANA, votre connaissance de la région des sols de laves, votre expérience des activités agricoles dans cette région, ainsi que votre serviabilité resteront gravées dans notre souvenir. Vous avez servi de pont entre nous et les producteurs agricoles enquêtés.

Je remercie aussi ma chère épouse Marie Assumpta UWIMPUHWE qui a su gérer et supporter seule les charges familiales pendant mon absence. Sa patience, son amour et son soutien indéfectible pendant toute la période de nos recherches avec de fréquents voyages tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du pays trouvent le mérite dans le fruit de ce travail. A mes enfants pour qui ma présence a tellement manqué : Tabita qui se demandait « Quand ses cours prendront fin ? Il sera trop vieux ? » ; Bella qui a dit qu'ils (Salomon, Tabita, Bella, et leur Maman) n'accepteront pas de mourir (de la Covid-19) avant que je ne rentre à la maison ! » ; et Salomon qui s'imaginait que je me suis perdu « dans » le téléphone de sa mère !

Nous ne manquerons pas à remercier très vivement la Famille Jean Pierre NGIRENTE pour leur soutien tant moral, matériel et financier au cours de ce long parcours. Nous reconnaissons également le soutien et la sympathie de tous les membres de notre famille et belle-famille, nos frères, sœurs, amis, et collègues doctorants au cours de notre formation.

A toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de cette thèse, nous disons merci.

Les bénédictions de Dieu ! *God bless you all ! Imana ibahe umugisha !*

MANIRIHO Aristide

Gembloux, 20 décembre 2021

Table des matières

Résumé	i
Abstract.....	v
Remerciements	viii
Table des matières	x
Liste des figures.....	xiv
Liste des tableaux	xvi
Liste des sigles, signes et abréviations	xix
1. Introduction générale	3
1.1 Contexte et problématique de la recherche.....	3
1.2 Agriculture et région agricole des sols de laves au Rwanda.....	11
1.3 Objectifs et hypothèses de la recherche.....	12
1.4 Justification et délimitation de la recherche	13
1.5 Les théories fondamentales des exploitations agricoles	14
1.6 Structure de la thèse.....	15
2. Fondements théoriques et empiriques des petites exploitations agricoles.....	19
2.1 Introduction	19
2.2 La théorie économique de la production	19
2.2.1 Définitions.....	19
2.2.2 Création de richesses : rôle de l’agriculture et apports de la physiocratie et de l’économie classique.....	19
2.2.3 Théorie économique de production, fonction de production et dérivation de la productivité.....	21
2.2.4 Fonction et différentes mesures de coûts	23
2.2.5 Produit total, revenu marginal, coût marginal et équilibre du producteur....	24
2.2.6 Théorie du comportement adaptatif et les décisions de l’exploitant agricole	24
2.2.7 Théorie d’utilité espérée, théorie des perspectives et comportement des agriculteurs	25
2.3 Fondements théoriques des petites exploitations agricoles	28
2.3.1 Concept de filière	28
2.3.2 Chaîne de valeur agricole.....	30
2.3.3 Activité, branche et secteur économique.....	33
2.3.4 Exploitation agricole familiale et paysanne	34
2.3.5 Les petites exploitations agricoles : définitions, caractéristiques et modèles classiques d’organisation productive.....	37
2.3.6 Systèmes techniques de l’agriculture et leurs implications environnementales	39
2.4 Fondements empiriques et mesures de productivité, efficience et profitabilité dans le domaine agricole	42
2.4.1 Fondements de la productivité des exploitations agricoles	42

2.4.2 Fondements empiriques de l'efficacité et de l'efficience des exploitations agricoles	47
2.4.3 Fondements empiriques de la rentabilité des exploitations agricoles	50
2.5 Le rôle de l'agriculture dans le développement socioéconomique du monde rural	52
3. Performance et stratégies de développement du secteur agricole au Rwanda.....	57
3.1 Introduction	57
3.2 Généralités sur le développement socioéconomique récent au Rwanda	57
3.3 Performance du secteur agricole au Rwanda.....	59
3.3.1 Le rôle de l'agriculture dans le développement socioéconomique au Rwanda	59
3.3.2 L'état actuel de la production et du rendement agricole	60
3.3.3 La place de l'agriculture dans la sécurité alimentaire et nutritionnelle.....	60
3.3.4 Le rôle de l'agriculture dans la création de l'emploi	61
3.3.5 Effets de la variabilité et du changement climatique sur la performance agricole	63
3.3.6 Commercialisation des produits agricoles au Rwanda.....	64
3.4 Défis et opportunités de développement agricole au Rwanda.....	66
3.4.1 Défis de développement agricole au Rwanda	66
3.4.2 Opportunités de développement agricole au Rwanda	71
3.5 Stratégies de développement agricole au Rwanda	74
3.5.1 Stratégies relatives à l'innovation et à la vulgarisation agricoles	75
3.5.2 Stratégies pour l'accroissement de la productivité et la promotion de la résilience.....	78
3.5.3 Stratégies pour l'accès élargi au marché et l'accroissement de la valeur ajoutée	80
3.5.4 Stratégies pour l'établissement de l'environnement propice et la mise en place d'institutions réactives	81
4. Approche méthodologique	85
4.1 Introduction	85
4.2 Sources des données	85
4.2.1 La Collecte des données.....	85
4.2.2 Échantillonnage et détermination de la taille de l'échantillon	87
4.3 Méthodes d'analyse des données	89
4.3.1 Statistiques descriptives	89
4.3.2 Approche économétrique	89
4.3.3 Mesure de la profitabilité	92
4.3.4 Mesure de l'efficacité économique d'une exploitation agricole	94
4.3.5 Le test pour la comparaison des moyennes des échantillons indépendants ..	95
4.3.6 Détermination de la position alimentaire du ménage.....	95
4.3.7 Mesure de la productivité et de l'efficience.....	97
4.4 Calcul du revenu agricole et du coût de production des petits exploitants agricoles au Rwanda.....	99

4.4.1 Revenu agricole des petits exploitants agricoles au Rwanda	99
4.4.2 Coût de production des petits exploitants agricoles au Rwanda	99
4.5 Classification hiérarchique des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda	101
5. Pratique et perception sur les utilités des techniques agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda	105
5.1 Introduction	105
5.2 Pratique des techniques agricoles dans la région agricole des sols de laves au Rwanda	109
5.3 Perception des petits exploitants sur les utilités des techniques agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.....	113
5.4 Enjeux de développement agricole dans la région des sols de laves au Rwanda	115
5.5 Perceptions des producteurs sur les perspectives de développement agricole dans la région des sols de laves au Rwanda.....	116
5.6 Conclusion partielle sur les pratiques agricoles.....	117
6. Productivité, efficacité et efficacité économique des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda	121
6.1 Introduction	121
6.2 Présentation de l'environnement de travail des petits exploitants agricoles au Rwanda.....	121
6.2.1 Site agricole, assolement et rotation des cultures dans la région des sols de laves au Rwanda	121
6.2.2 Evolution de la production et des prix des produits agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.....	124
6.2.3 La place des producteurs agricoles dans la chaîne de valeur des produits agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda	127
6.2.4 Marché des produits agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda	129
6.3 Productivité des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda	131
6.4 Comparaison des superficies moyennes cultivées, des coûts, des rendements, des prix de ventes et des revenus agricoles nets	141
6.4.1 Comparaison des superficies cultivées, des coûts, des rendements, des prix de vente et des revenus agricoles nets par culture	142
6.4.2 Comparaison des superficies cultivées, des coûts, des rendements, des prix de ventes et des revenus agricoles nets selon le sexe des petits producteurs.....	146
6.5 Efficacité économique des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves	147
6.6 Efficacité économique des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves	150
6.7 Conclusion partielle sur l'analyse de la productivité et de l'efficacité économique.....	154

7. La rentabilité de la production agricole dans la région des sols de laves au Rwanda.....	159
7.1 Introduction	159
7.2 Estimation des coûts de production des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda	159
7.3 Rentabilité de la production agricole dans la région agricole des sols de laves au Rwanda.....	161
7.4 Analyse de sensibilité de la rentabilité agricole à un choc de l'offre et à l'augmentation du coût de production.....	169
7.4.1 Sensibilité de la rentabilité agricole à un choc de l'offre.....	169
7.4.2 Sensibilité de la rentabilité agricole à l'augmentation du coût de production	173
7.5 Implications de la rentabilité agricole sur la viabilité des exploitations.....	177
7.6 Analyse corrélationnelle entre la rentabilité agricole et ses déterminants.....	178
7.7 Conclusion partielle sur la rentabilité agricole	179
8. Conditions de vie des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda	183
8.1 Introduction	183
8.2 Différentes affectations de la production agricole par les producteurs	183
8.3 Origines des produits alimentaires consommés par les ménages des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda	184
8.4 Analyse des dépenses de consommation des ménages des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.....	185
8.5 Habitat et accès aux actifs productifs déterminants du niveau de vie	188
8.6 Situation alimentaire des ménages de petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.....	191
8.6.1 Situation alimentaire des petits exploitants agricoles	191
8.6.2 Effet du choix d'exploitation de la pomme de terre sur la sécurité alimentaire des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda	194
8.7 Conclusion partielle sur les conditions de vie des petits exploitants agricoles ..	198
9. Conclusion générale et recommandations	203
Références bibliographiques	213
Annexe 1. Questionnaire d'enquête destiné aux exploitants agricoles dans la région agricole des sols de laves au Rwanda.....	245
Annexe 2. Les douze zones agro-écologiques au Rwanda.....	256

Liste des figures

Figure 1. Cadre conceptuel de productivité, efficience et profitabilité des exploitations agricoles pour le bien-être des agriculteurs.....	16
Figure 2. Description des flux réels et financiers dans la chaine de valeur agricole.....	32
Figure 3. Importance relative des trois groupes de petites exploitations agricoles.....	35
Figure 4. Cycle de vie d'une exploitation agricole familiale.....	37
Figure 5. Systèmes techniques de l'agriculture et leurs implications environnementales.....	40
Figure 6. Les sources de croissance agricole et les leviers d'amélioration de la productivité.....	43
Figure 7. Modèle BASIX de services pour les moyens de subsistance.....	53
Figure 8. Flux de revenus et sources de financement des petites exploitations agricoles.....	54
Figure 9. Evolution en pourcentage de la croissance économique (à gauche) et de la pauvreté au Rwanda (à droite) de 2000 à 2017.....	57
Figure 10. Evolution des rendements pour les cultures sélectionnées 2013A-2017A (2013A=100).	60
Figure 11. Distribution des ménages agricoles selon la superficie de terre exploitée.	67
Figure 12. Evolution de la balance commerciale du Rwanda (1999 à 2017).....	72
Figure 13. Aspirations des Rwandais pour le développement d'ici 2050.....	75
Figure 14. Localisation de la zone d'étude - région agricole des sols de laves au Rwanda (Districts de Burera, Musanze, Nyabihu et Rubavu).....	86
Figure 15. Distribution des enquêtés par niveau d'éducation.....	108
Figure 16. Evolution de la production agricole en tonnes de 2018A à 2020A (Rwanda).	124
Figure 17. Evolution de la production agricole en tonnes de 2018A à 2020A (Région agricole des sols de laves au Rwanda).....	125
Figure 18. Chaîne de valeur simplifiée de la pomme de terre et de l'oignon dans la région des sols de laves au Rwanda.....	128
Figure 19. Chaîne de valeur simplifiée du maïs dans la région des sols de laves au Rwanda.....	128
Figure 20. Chaîne de valeur simplifiée de la carotte dans la région des sols de laves au Rwanda.	129
Figure 21. Exportations, importations et exportations nettes de certains produits agricoles au Rwanda, année 2017.....	131
Figure 22. Relation entre la surface de la terre exploitée et le rendement agricole dans la région agricole des sols de laves au Rwanda.....	138
Figure 23. Relation entre la quantité d'urée utilisée et productivité agricole dans la région des sols de laves au Rwanda.....	139

Figure 24. Relation entre la quantité de dithane utilisée et le rendement agricole dans la région agricole des sols de laves au Rwanda.	140
Figure 25. Relation entre la quantité de NPK utilisée et le rendement agricole dans la région des sols de laves au Rwanda.....	141
Figure 26. Structure des coûts de production des trois catégories des producteurs agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.	176
Figure 27. Différentes affectations de la production agricole (%) par les producteurs dans la région des sols de laves au Rwanda.	184
Figure 28. Distribution des dépenses mensuelles de consommation des ménages.	186
Figure 29. Distribution des dépenses alimentaires mensuelles des ménages agricoles.	186
Figure 30. Distribution des dépenses mensuelles non alimentaires des ménages agricoles.	187

Liste des tableaux

Tableau 1. Saisons climatiques et organisation des saisons culturales au Rwanda.	8
Tableau 2. Formes, classification et caractéristiques principales des exploitations agricoles.....	26
Tableau 3. Modèles classiques d'organisation de la production des petites exploitations agricoles.....	38
Tableau 4. Les différentes situations d'exercice de l'activité agricole d'une personne physique.....	41
Tableau 5. Présentation de la rentabilité des cultures dans les zones agro-écologiques avant l'adoption du programme d'intensification agricole au Rwanda.	51
Tableau 6. Indicateurs de développement économique au Rwanda : taux de croissance (%) des secteurs économiques (2007-2018).....	58
Tableau 7. Comparaison des importations aux exportations (tonnes) de certains produits agricoles de 2007 à 2017 au Rwanda.....	65
Tableau 8. Comparaison du rendement potentiel au rendement actuel des cultures prioritaires au Rwanda.....	68
Tableau 9. Processus et techniques d'échantillonnage.....	87
Tableau 10. Distribution des enquêtés dans la zone d'étude.....	89
Tableau 11. Les données conventionnelles sur l'interprétation du coefficient de corrélation.....	91
Tableau 12. Définition des variables principales de l'étude.....	91
Tableau 13. Groupes alimentaires et leurs coefficients dans le score de consommation alimentaire.....	96
Tableau 14. Caractéristiques socioéconomiques des producteurs agricoles enquêtés par district dans la Région agricole des sols de laves au Rwanda.....	106
Tableau 15. Distribution des petits producteurs agricoles par culture et par niveau de profitabilité.....	107
Tableau 16. Distribution des petits exploitants agricoles selon le niveau de la profitabilité et le sexe.....	108
Tableau 17. Techniques agricoles pratiquées dans la région des sols de laves au Rwanda.....	110
Tableau 18. Degré d'association entre les pratiques agricoles et les caractéristiques des petits exploitants agricoles.....	112
Tableau 19. Perception des petits exploitants sur les utilités des techniques agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.....	114
Tableau 20. Contraintes de développement agricole dans la région des sols de laves au Rwanda.....	116

Tableau 21. Stratégies de développement agricole envisagées par les petits producteurs agricoles.....	117
Tableau 22. Niveau des prix des produits agricoles (FRW) dans la région des sols de laves et au Rwanda.	126
Tableau 23. Variabilité du rendement des cultures par catégorie de producteur dans la région des sols de laves au Rwanda (Kg/ha).....	133
Tableau 24. Variabilité des superficies cultivées (m ²) par culture et par catégorie de producteur dans la région des sols de laves au Rwanda.	134
Tableau 25. Matrice de corrélations entre le rendement agricole et ses déterminants.	136
Tableau 26. Comparaison de la superficie moyenne cultivée par exploitation (en m ²) entre la production de pomme de terre et d'oignon.	142
Tableau 27. Comparaison du coût de production (FRW) et ses composantes (oignon vs. pomme de terre).....	143
Tableau 28. Comparaison du prix de vente moyen (FRW par kilo) entre la production de pomme de terre et d'oignon.....	144
Tableau 29. Comparaison du revenu agricole net entre la production de pomme de terre et d'oignon.	144
Tableau 30. Comparaison de la superficie cultivée, du coût, du rendement, du prix de vente, et du revenu net entre les producteurs hommes et les producteurs femmes.	147
Tableau 31. Variabilité de l'efficacité économique des exploitations par catégorie de producteurs dans la région des sols de laves au Rwanda.....	148
Tableau 32. Indicateurs d'avantage comparatif pour certaines cultures au Rwanda, année 2016.....	149
Tableau 33. Variabilité de l'efficacité économique des exploitations par catégories de producteurs dans la région des sols de laves au Rwanda.	151
Tableau 34. Déterminants de l'efficacité économique.....	153
Tableau 35. Variabilité du coût de production total (FRW) par culture et profitabilité des producteurs agricoles.	160
Tableau 36. Analyse de la rentabilité de la production agricole dans la région des sols de laves au Rwanda.	162
Tableau 37. Comparaison de la performance agricole dans la région des sols de laves (Rwanda), 2009 et 2019.	166
Tableau 38. Variabilité du revenu agricole net des cultures par catégorie de producteurs dans la région des sols de laves au Rwanda (FRW).	167
Tableau 39. Variabilité du prix de vente moyen (FRW par kilo) entre les différentes catégories des producteurs agricoles.	168

Tableau 40. Sensibilité de la rentabilité agricole à un choc de l'offre.	170
Tableau 41. Détermination de la « switching value » de la production des petites exploitations agricoles.	173
Tableau 42. Sensibilité de la rentabilité agricole à l'augmentation du coût de production.	174
Tableau 43. Matrice de corrélations entre la rentabilité agricole et ses déterminants.	179
Tableau 44. Origines des produits alimentaires consommés par les ménages des petits exploitants agricoles dans la région des laves au Rwanda.	185
Tableau 45. Conditions des maisons d'habitation des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.	188
Tableau 46. Accès à l'eau pour les petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.	189
Tableau 47. Techniques de traitement de l'eau à boire dans les ménages de petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.	190
Tableau 48. Accès à l'énergie pour les petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.	190
Tableau 49. Sources primaires d'énergie d'éclairage dans les ménages de petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.	191
Tableau 50. Situation alimentaire des ménages de petits producteurs agricoles par District.	192
Tableau 51. Situation alimentaire des ménages des petits producteurs agricoles par culture.	193
Tableau 52. Association entre la profitabilité et la situation alimentaire des petits producteurs agricoles.	193
Tableau 53. Résultats de la régression logistique : effet de la production de pomme de sur la situation alimentaire des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.	195
Tableau 54. Contribution des différentes cultures à la situation alimentaire de la communauté des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.	197

Liste des sigles, signes et abréviations

%	Pour cent, pourcentage
€	Euros (Monnaie de l'Union Européenne)
AFD	Agence Française de Développement
AfDB	African Development Bank
AFR	Access to Finance Rwanda
AFRACA	African Rural and Agricultural Credit Association (Association Africaine de Crédit Rural et Agricole)
AGRIPADE	Agriculture durable à faibles apports externes (Revue)
ASS	Afrique subsaharienne
AVSF	Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières
BAD	Banque Africaine de Développement
BDS	Business Development Service
CARI	Consolidated Approach to Reporting Indicators of Food Security (Indice composite de la sécurité alimentaire)
CD	Compact Disk (Disque compact)
CEA	Commission Economique des Nations Unies pour l'Afrique
CEEAC	Communauté Economique des Etats de l'Afrique Centrale
CF	Coût fixe
CIDSE	Coopération Internationale pour le Développement et la Solidarité
CIP	Crop Intensification Programme (Programme d'intensification agricole)
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CM	Coût marginal
CRC	Chemical Ruber Company (un groupe américain d'édition)
CRI	Ratio de coût en ressources internes (Domestic Resource Cost)
CRS	Catholic Relief Service
CSA	Collectif Stratégies Alimentaires (Belgique)
CT	Coût total
CTA	Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (Hollande)
CTE	Contrats Territoriaux d'Exploitation
CV	Coût variable
CVA	Chaîne de valeur agricole
DAP	Phosphate diamonique (fertilisant)
DEMNA	Département d'Etude du Milieu Naturel et Agricole
DGARNE	Direction Générale opérationnelle de l'Agriculture, Ressources Naturelles et Environnement

DVD	Digital Versatile Disc (Disque Numérique Polyvalent)
EICV	Enquête Intégrale des Conditions de Vie des Ménages
etc.	et cætera
F CFA	Franc CFA (Franc des Colonies Françaises en Afrique)
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation
FARM	Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde
FRW	Francs rwandais
GoR	Government of Rwanda (Gouvernement du Rwanda)
ha	Hectare
HO	Hypothèse opératoire
IAM	Insécurité alimentaire modérée
IAS	Insécurité alimentaire sévère
IFAD	International Fund for Agricultural Development
IFDC	International Fertilizer Development Center
IFPRI	International Food Policy Research Institute
IIED	Institut International pour l'Environnement et le Développement
IMF	International Monetary Fund (Fonds Monétaire International)
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
ISA	Indice de sécurité alimentaire
kcal	Kilocalorie(s)
Kg	Kilogramme(s)
KPMG	Réseau international de cabinets d'audit et de conseil (Klynveld Peat Marwick Goerdeler)
Lowess	Locally weighted scatterplot smoothing estimator
LTR	Programme National de Régularisation Foncière Systématique
MINAGRI	Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales (Rwanda)
MINECOFIN	Ministère des Finances et de la Planification Economique (Rwanda)
MINICOM	Ministère du Commerce et de l'Industrie
NISR	Institut National des Statistiques au Rwanda
No.	Numéro
NPK	Azote – Phosphore – Potassium (fertilisant)
NST-1	National Strategy for Transformation – Phase 1 (Stratégie Nationale de Transformation)
°C	Degré Celcius
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economiques
ORSTOM	Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-

	Mer (Maison d'édition)
PAM	Programme Alimentaire Mondial
PDA	Part des dépenses alimentaires
PDDAA	Programme Détaillé pour le Développement de l'Agriculture Africaine
PdT	Pomme de terre
PIB	Produit Intérieur Brut
PT	Produit total
PTF /TFP	Productivité totale des facteurs /Total Factor Productivity
RAB	Agence Rwandaise de Développement Agricole et de Promotion des Ressources Animales (<i>Rwanda Agriculture and Animal Resources Development Board</i>)
RAC	Ratio avantage-coût
RCA	Rwanda Cooperative Agency
REMA	Agence Rwandaise de Gestion de l'Environnement au Rwanda
RM	Revenu marginal
RN	Revenu net
RoR	Republic of Rwanda
SA	Sécurité alimentaire
SACCO	Savings and Credit Cooperative (Coopérative d'Epargne et de Crédit)
SAE	Stratégies d'adaptation aux moyens d'existence
SAL	Sécurité alimentaire limitée
SCA	Score de consommation alimentaire
SEDO	Social and Economic Development Officer (Chargé de Développement Social et Economique)
SPW	Service Public de Wallonie
T	Tonnes
TIC	Technologies de l'Information et de la Communication
UNCCD	United Nations Convention to Combat Desertification
UNICEF	United Nations International Children's Emergency Fund
USD / \$	Dollar américain
WFP	United Nations World Food Program
Π	profit

Introduction générale

1. Introduction générale

1.1 Contexte et problématique de la recherche

En Afrique, les sols font face à des pertes sérieuses de leurs composantes nutritives pour les plantes à la suite de la perte physique de sols, l'érosion, un faible taux de matière organique, des problèmes d'acidité, de toxicité ainsi que d'autres contraintes. Les causes majeures de toutes ces contraintes comprennent les méthodes de gestion de la fertilité des sols (Olderman et al., 1991), le résultat étant entre autres la dégradation de la productivité et la déplétion de l'environnement (Pretty et al., 2011 ; Vanlauwe et al., 2014). Encore faut-il signaler que, parmi la population croissante en Afrique sub-saharienne, la majorité dépend de l'agriculture (Abdulai & CroleRees, 2001 ; OCDE & FAO, 2016), alors que la perte significative et continue des nutriments des plantes des sols a été signalée (Vlek et al., 1997). Ceci va de pair avec le besoin de répondre à la demande des aliments et des normes nutritionnelles des populations croissantes, lequel est le fondement de la durabilité agricole. Il va sans dire que les problèmes de la sécurité alimentaire persistent en Afrique sub-Saharienne à cause des pratiques agricoles non appropriées sur des sols fragiles (Omotayo & Chukwuka, 2009).

Le boom de la population, plus particulièrement dans les régions urbaines, est à la base de pertes significatives des éléments nutritifs des cultures vivrières récoltées dans les milieux ruraux à cause de la détérioration de la productivité du sol. Les pertes de fertilité du sol en Afrique sub-Saharienne sont très élevées. Au contraire, la situation est prometteuse en Asie et en Amérique Latine où l'utilisation des fertilisants est dix fois plus importante que dans les pays de l'Afrique sub-Saharienne (Vlek et al., 1997).

L'utilisation de quantités inappropriées ou limitées d'apports d'éléments nutritifs chez les petits agriculteurs aggrave les carences du sol. L'utilisation d'engrais n'a jamais été appropriée en Afrique, où la moyenne par hectare était de près de 9 Kg à la fin des années 90, mais la combinaison de tous les intrants requis n'a pas amélioré la situation (Henao & Baanante, 2001). En Afrique de l'Ouest et de l'Est, les pertes annuelles en éléments nutritifs du sol dues à l'érosion, au lessivage et aux récoltes ont été estimées à une moyenne de 60 à 100 Kg d'azote (N), de phosphore (P) et de potassium (K) par hectare (voir de Jager et al., 1998). Il a également été souligné que les engrais organiques et les éléments nutritifs du sol étaient parmi les principaux facteurs d'augmentation de la production agricole (Nilsson et al., 2019), et que l'effet positif de l'utilisation d'engrais minéraux était la principale technologie utilisée pour maintenir les éléments nutritifs du sol (Palm et al., 1997). Ainsi, les plantes de grande qualité résistantes aux maladies et aux ravageurs résultent de sols sains (REMA, 2010a).

La nécessité de produire suffisamment pour nourrir la population croissante est restée la priorité des gouvernements. Depuis 1949, l'accent a été mis sur la disponibilité de produits alimentaires avec l'adoption de l'intensification du rendement, des variétés à haut rendement et l'utilisation régulière d'engrais et de l'irrigation (Zhu & Chen, 2002). L'approvisionnement en aliments de qualité doit

être assorti d'une faible utilisation d'intrants, ce qui est vraiment difficile étant donné les changements environnementaux en cours dans le monde (Tester & Langridge, 2010). Il a également été signalé que la fertilisation à l'azote avait plus d'effets sur les cultures irriguées que sur les cultures pluviales (Ercoli et al., 1999). Dans cette perspective, REMA (2010b) a identifié les principaux avantages des systèmes de culture irrigués : augmentation du rendement des cultures, ressources en eau protégées, protection des plantes cultivées et pratiques modernes de gestion de la fertilité des sols.

La gestion des eaux et des éléments nutritifs organiques du sol ainsi que le renouvellement de la fertilité du sol font partie des solutions pratiques à exhiber pour aboutir à une productivité rapide du sol et un environnement rural bien protégé (Roose & Ndayizigiye, 1997). Suite à l'énorme diminution de la disponibilité de terres par habitant dans les pays tropicaux, le système de culture intercalaire a été proposé pour des cultures largement espacées (maïs, sorgho, pois cajan et mil), de manière à augmenter la productivité de la même parcelle et ainsi répondre à la demande croissante de denrées alimentaires (Prasad & Power, 1997). Alors que la combinaison de sources d'éléments nutritifs du sol organiques et synthétiques dans la production végétale nécessite un fort soulèvement, la gestion intégrée de la fertilité et des matières nuisibles (IFPM) suggère l'amélioration de la contribution au développement somatique et post-anthèse des plantes cultivées (Amujoyegbe et al., 2007).

Dans les systèmes de gestion de la fertilité des sols qui nécessitent une expertise, une utilisation de main-d'œuvre et une utilisation optimale de ressources localement abondantes, l'adoption de pratiques agricoles modernes n'a aucun effet sur le succès à long terme de la sécurité alimentaire. La sécurité des sources de revenus des ménages dépend plutôt de leur style d'apprentissage (Pretty, 2002) qui facilite l'exploration, l'évaluation et l'adaptation de diverses technologies au vaste contexte de la gestion des ressources disponibles pour améliorer leurs moyens de subsistance (Lee, 2005).

En vue d'assurer la gestion durable des ressources naturelles, l'érosion des sols a tiré l'attention des agriculteurs, les chercheurs, la société civile et les décideurs politiques, en particulier dans les pays en développement (Pender & Kerr, 1998), principalement parce qu'elle réduit la productivité des sols (Troeh et al., 1991). Par importance, l'érosion des sols favorise les eaux de ruissellement car elle empêche l'infiltration de l'eau et entraîne ainsi la perte de capacité de rétention de l'eau (Troeh et al., 1991 ; Jones et al., 1997). Bekele & Drake (2003) ont souligné que l'érosion des sols par l'eau constituait le principal facteur menaçant de l'épuisement des sols et avait des conséquences néfastes sur les aspirations futures d'un pays en matière de sécurité alimentaire et de développement.

Parmi les facteurs ayant des effets négatifs sur le paysage, l'érosion des sols est la plus importante et fait partie des dangers les plus nocifs pour l'environnement dans le monde. Les autres conséquences de l'érosion des sols sont la perte de la couche arable, les inondations catastrophiques, les sécheresses et les famines (Lal, 2003 ; Zhao et al., 2013), aggravant l'état de l'alimentation et de l'environnement dans le

monde entier (Lal, 2003 ; Zhao et al., 2013). La destruction du sol entraîne également des dommages aux éléments nutritifs du sol (Alegre & Rao, 1996). Les techniques les plus utilisées pour contrôler l'érosion des sols, rétablir la fertilité des sols et accroître les rendements des cultures sont les systèmes de haies vives comportant de nombreux arrangements d'espèces d'arbres et de graminées (Angima et al., 2002).

Les pesticides ont été adoptés et apportent une contribution significative à la protection des plantes contre les maladies et les ravageurs et au maintien des rendements agricoles (Carvalho, 2006). Bien que les recherches n'aient pas réussi à réduire leurs coûts économiques et leurs effets sur l'environnement, le principal avantage des pesticides est qu'ils contribuent à l'augmentation des revenus des cultures (Pimentel et al., 1992). Parmi les effets négatifs dans les zones à forte intensité de pesticides figurent les dommages causés à certaines plantes et insectes dans les régions (Carvalho, 2006 ; Gibbs et al., 2009) ainsi qu'un large éventail de dommages graves pour la santé humaine (Chitra et al., 2006). Les pesticides nuisent également gravement à la santé publique, aux terres arables ainsi qu'à la biodiversité (Pimentel et al., 1991), et la qualité des cultures récoltées est également affectée (Mattson, 1980). C'est la raison pour laquelle Zweig (2013) a recommandé une utilisation attentive et contrôlée des pesticides. Malgré tous ces efforts, les écarts de rendement sont omniprésents dans les petites exploitations africaines et sont importants pour presque toutes les cultures dans toutes les régions (Tittonell & Giller, 2013).

Par conséquent, augmenter la production alimentaire a été une priorité à la suite d'un écart persistant et profond entre la croissance économique domestique et la croissance démographique (de Graff et al., 2011). La situation a été aggravée par la production alimentaire marginalement croissante dans certaines régions sous-développées (Paulino, 1987). Cela conduit à l'insécurité alimentaire (Cambrezy & Janin, 2003) à cause aussi des incertitudes et contraintes environnementales (sécheresses, inondations, cyclones) qui peuvent intervenir dans l'émergence du risque alimentaire (Ringler et al., 2010) ainsi que le faible accès aux ressources financières (Musabanganji et al., 2015) qui permettraient aux petits fermiers de payer des intrants de qualité (Oladeebo & Oladeebo, 2008) pour enfin augmenter la productivité (Kelly & Murekezi, 2000).

Pour répondre à la demande des aliments aussi bien en quantité qu'en qualité de cette population croissante, il faudra appliquer les technologies agricoles appropriées aux sols fragiles de ce continent pour arriver à la sécurité alimentaire (Omotayo & Chukwuka, 2009). Dans ce cadre, Roose & Ndayizigiye (1997) ont précisé que, pour améliorer la productivité du sol et bien protéger l'environnement, il faut bien gérer les eaux et les matières organiques des sols, ainsi que la restauration de la fertilité des sols.

Les nutriments organiques du sol sont les principales sources de fertilité des sols, de durabilité des systèmes agricoles et de productivité des cultures, mais le problème principal est que le niveau de composants organiques de nombreux sols est affecté par le réchauffement planétaire (Johnston et al., 2009). Il a été rapporté que la

composition en éléments nutritifs du sol résultant des techniques de fertilisation influait sur la capacité des plantes à acquérir une résistance à différents insectes nuisibles (Altieri & Nicholls, 2003). Alley & Vanlauwe (2009) confirment que la productivité des sols garantit une évolution difficile des plantes, que les engrais nourrissent les sols et la végétation, que les connexions d'éléments nutritifs ont un impact sur les récoltes et que la combinaison d'éléments nutritifs ne doit pas être nocive pour l'environnement.

La poursuite de la production de plantes en quantité croissante est sujette à l'usage des engrais chimiques qui contribue à la détérioration de l'environnement, à la perte de biodiversité, et à l'endettement des petits agriculteurs (Altieri, 2009). Ceci a suscité les nouveaux concepts d'agriculture durable, de sécurité alimentaire, et de stabilité écologique (Altieri, 2018). Conjuguées avec la production alimentaire décroissante, la croissance excessive de la population a encouragé les agriculteurs à restaurer la fertilité des sols par l'adoption des engrais chimiques malgré leurs effets néfastes sur l'environnement (Zhao et al., 2013). Dans la même ligne, les pesticides ont été grandement utilisés, même par les petits agriculteurs (Carvalho, 2006), et leur usage raisonné, dans des proportions appropriées, a été recommandé (Zweig, 2013).

En soulignant les enjeux des petites exploitations, FAO (2013) explique leur importance en ces termes : *« Les petits exploitants fournissent jusqu'à 80 pour cent de la production alimentaire en Asie et en Afrique subsaharienne. Leur viabilité économique et leur contribution à la diversification des paysages et des cultures sont menacées par la pression concurrentielle liée à la mondialisation et à l'intégration dans de larges zones économiques ; ils risquent de devoir soit disparaître et se focaliser sur l'autosubsistance, soit devenir de plus grandes exploitations capables de rivaliser avec les grandes exploitations agricoles des pays industrialisés. Le rôle des petites exploitations, conservant de nombreuses variétés rustiques et résilientes au changement climatique, est primordial. Sur les 2,5 milliards de personnes des pays pauvres qui dépendent directement du secteur alimentaire et agricole, 1,5 milliard de personnes travaillent dans des petites exploitations familiales. Beaucoup de ces ménages sont extrêmement pauvres : dans l'ensemble, les travailleurs agricoles sont ceux vivant le plus souvent sous le seuil de pauvreté ».*

Selon le Groupe des Experts de Haut Niveau (2013), *« Une petite exploitation est 'petite' parce que ses ressources, en particulier les terres, sont maigres, et que les utiliser pour générer un niveau de revenus suffisant pour répondre aux besoins de base et acquérir des moyens d'existence durables exige une forte productivité totale des facteurs, laquelle dépend d'un niveau d'investissement élevé. Malgré ces problèmes, les petits exploitants agricoles ne sont pas pauvres par définition et l'agriculture qu'ils pratiquent n'est pas synonyme de "pauvreté". Une petite exploitation peut être très rentable pour une famille si des investissements judicieux sont consentis pour développer des cultures à plus forte valeur ajoutée, transformer des produits bruts ou fournir des services à d'autres agriculteurs. Enfin, les petites exploitations agricoles sont principalement des exploitations familiales et cette*

caractéristique a des conséquences importantes sur l'organisation de leur système de production ». De même, Narayanan et Gulati (2002) ont constaté que les petits exploitants agricoles sont très importants et nécessitent une attention particulière, car ils constituent une grande partie des ruraux pauvres.

Au Rwanda, 85% des producteurs agricoles possèdent jusqu'à 1 hectare de terres arables (MINAGRI, 2018). Dans cette perspective, Lamarche (1991) considère que les exploitations familiales constituent l'élément le plus important, qui mérite plus de considération dans les bénéfices du développement de l'agriculture et son intégration dans l'économie de marché car, selon la FAO (2015), elles occupent entre 70 et 80% des terres agricoles mondiales et garantissent plus de 80% de la production alimentaire mondiale. Barrett (2008) ajoute que « *Le niveau d'adoption de nouvelles techniques par les petits exploitants agricoles est l'un des facteurs déterminants de l'amélioration de la productivité des exploitations familiales* ».

Selon Hermelin (2006), les statistiques de la FAO montrent que trois quarts des pauvres affamés sont des membres des familles paysannes, particulièrement dans les pays en développement, et voilà que ce sont les producteurs de nourriture qui sont les premiers à faire face à la crise alimentaire. Il souligne que les explications de ce paradoxe sont entre autres le manque des politiques agricoles fiables ou manque des moyens de les mettre en application (formation, recherche, commercialisation, accès à la terre, aux financements, action sur les prix des produits), les faibles dépenses de l'Etat allouées au secteur agricole, et enfin la compétition entre produits locaux et produits importés.

L'objectif principal du développement rural et agricole dans les pays en développement est d'achever une amélioration progressive des conditions de vie dans les milieux ruraux via l'augmentation de la productivité, de l'output et des revenus des petites exploitations agricoles, en conjonction avec la véritable sécurité alimentaire (Todaro & Smith, 2009). Dans le contexte du Rwanda, l'usage des fertilisants et des pesticides relève une contestation entre le Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage (MINAGRI) et l'Office rwandais chargé de la protection de l'environnement (REMA). Tandis que MINAGRI (2004) prône l'utilisation intensive des fertilisants et pesticides, et l'exploitation des marais pour accroître la production agricole, REMA (2009) souligne que cela conduira à la pollution de l'environnement. De même que la recherche de Maniriho et al. (2018) a proposé la combinaison des facteurs de production la moins néfaste à l'environnement, et que celle de Byiringiro et Reardon (1996) a confirmé que l'érosion des sols réduit considérablement la production agricole, de même Ford (1993) a spécifié que l'érosion est le principal destructeur des ressources naturelles et Clay (1996) soutient que la dépréciation du sol a abouti à la perte de production à concurrence de 50%.

Nous tenons ici à rappeler que le Rwanda est considéré comme un pays pauvre situé en Afrique centrale avec une superficie de 26.338 km², et un revenu per capita de 774 USD en 2017 et 820 USD en 2021. Les 38,2 % de la population sont pauvres. Les petits producteurs agricoles représentent 53,2% de la population, les jeunes (51,5%), avec 82% de la population en-dessous de 40 ans et 81,6% de la

population totale vivant dans les milieux ruraux (NISR, 2018). Avec en moyenne 0,7 hectare par famille, 70 % des paysans cultivent à peine de quoi se nourrir (Kadiri, 2018). Spécifiquement pour les petits producteurs agricoles, un ménage exploite en moyenne 0,59 ha en 2103 (MINAGRI, 2013), surface réduite à 0,47 ha en 2019 (ICCO, 2019). Avec son climat tempéré et ses collines, le pays connaît quatre saisons climatiques, à savoir la petite saison sèche de janvier à mi-mars, la petite saison de pluie de mi-mars à fin mai, suivie de la grande saison sèche de juin à mi-septembre, et enfin la grande saison de pluie de mi-septembre à fin décembre. Celles-ci correspondent à trois saisons agricoles, saison A qui va de septembre à janvier, saison B de février à juillet, et saison C de juin à octobre, bien que l'on puisse observer certaines variations issues des spécificités régionales et du changement climatique. Le tableau 1 décrit les saisons climatiques et culturelles au Rwanda.

Tableau 1. Saisons climatiques et organisation des saisons culturelles au Rwanda.

Saisons climatiques	Petite saison sèche			Petite saison de pluie			Grande saison sèche			Longue saison de pluie			
Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
Saisons culturelles				Saison B						Saison A			
	Plantation			Récolte						Plantation		Récolte	
							Saison C (Marais)						
							Plantation		Récolte				

Note : Les chiffres 1 à 12 remplacent les mois de l'année de janvier à décembre.

Source : Adapté de Musabanganji (2017).

En vue de trouver des solutions pratiques aux problèmes décrits ci-avant, le gouvernement rwandais a initié, en septembre 2009, un programme spécial visant l'intensification agricole, « *Crop Intensification Program (CIP)*¹ », dont l'objectif primaire est la protection des terres agricoles contre toute perte, augmenter la surface irriguée et augmenter l'usage des fertilisants de 14 à 45 kilos par hectare pour accroître enfin la production agricole plus particulièrement pour six plantes prioritaires, à savoir la pomme de terre, le blé, le maïs, le riz, le haricot et le manioc (MINECOFIN, 2012 ; Alinda & Abbott, 2012). Les objectifs spécifiques de ce programme incluent entre autres la distribution de semences sélectionnées et les fertilisants modernes, la consolidation des terres et la régionalisation des cultures, la vulgarisation agricole à proximité des agriculteurs, les services post-récoltes et ceux de stockage, le soutien à l'adoption des pratiques agricoles modernes (Kathiresan, 2011), ainsi que l'incorporation adéquate de la protection de l'environnement dans tous les plans et activités reliés au développement agricole (Cantore, 2011). Notre

¹ Ce programme oblige les fermiers à pratiquer la spécialisation agricole avec l'usage intensifié des engrais chimiques et des pesticides, ce qui contraint à la diversification agricole et par conséquent à l'agriculture

analyse focalise sur la pomme de terre, bien que ses paramètres soient comparés à ceux d'autres cultures exploitées dans la région agricole des sols de laves au Rwanda.

La pomme de terre est l'objet de notre recherche en raison de son importance dans l'alimentation humaine (Barker, 2000) et animale (Bindelle & Buldgen, 2004). La pomme de terre joue un rôle prépondérant² dans l'alimentation mondiale, fournissant plus de 30% de l'énergie alimentaire disponible en termes de kilocalories dans les années 1990s (Trèche, 1997). Comme signalé par Osipov et al. (2019), les principaux pays producteurs de pomme de terre en 2016 étaient la Chine (99.122 milliers de tonnes, soit 26% de la production mondiale), l'Inde (43.770 milliers de tonnes, 12%), la Russie (31.108 milliers de tonnes, 8%), l'Ukraine (21.750 milliers de tonnes, 6%), les Etats-Unis (19.991 milliers de tonnes, 5%), la Biélorussie (5.986 milliers de tonnes, 2%) et le Kazakhstan (3.546 milliers de tonnes, 1%).

Elle constitue un aliment de base pour les deux tiers de la population mondiale et occupe la troisième place parmi les légumes, étant donné que ce tubercule produit plus d'énergie que toute autre plante de même espèce (Barker, 2000). Hautement recommandée par le Programme des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation (FAO) comme culture de sécurité alimentaire (Okello et al., 2017), la pomme de terre se place parmi les cultures vivrières en termes de consommation globale pour pallier les chocs d'offre dans ce domaine (Devaux et al., 2014) et occupe la quatrième place après le maïs, le riz et le blé (Shaaban & Kisetu, 2014).

Pour les petits fermiers, la pomme de terre les aide à dépasser les problèmes de faim et de nutrition car il s'agit d'une culture à haut rendement et à courte saison de croissance. Plus particulièrement en Afrique du Nord, les producteurs gagnent aussi de l'argent car cette culture représente un grand marché d'exportations vers l'Europe et vers le Sahel en Afrique de l'Ouest (Sanginga & Mbabu, 2015). En Afrique, les grands pays producteurs de pomme de terre sont l'Egypte, le Malawi, l'Afrique du Sud, l'Algérie, le Maroc, le Rwanda (sixième place), le Nigeria, le Kenya, l'Ouganda, l'Angola et l'Ethiopie (World Bank, 2009), ce qui montre que le Rwanda est le premier en Afrique de l'Est, avant le Kenya et l'Ouganda.

La pomme de terre a été introduite au Rwanda par les missionnaires allemands à la fin du 19^{ème} siècle (Scott, 1988). Avec d'autres plantes, notamment la patate douce et le manioc, ces trois principales racines et tubercules contribuent à hauteur de 56% à la production agricole totale au Rwanda en 2001 (Mpyisi, 2002). Les cultures vivrières dominent l'agriculture rwandaise et la pomme de terre est très importante pour la génération de revenus et la sécurité alimentaire nationale (REMA, 2009). La consommation annuelle de pommes de terre est très élevée : 145 Kg par personne et par an en 2017 (Rukundo, 2019). Il s'agit de la deuxième source

² La culture de pomme de terre prend une importance économique et géostratégique majeure car elle peut contribuer à apporter une réponse à la pénurie de denrées alimentaires dans certaines régions du monde, la pomme de terre étant une culture ayant un rendement potentiel à l'hectare (en tonnes de produit frais) le plus élevé de toutes les cultures. Elle est également utilisée dans d'autres domaines comme par exemple la chimie, la pharmacie ou la papeterie (Rakotonindrina, 2012). Ce tubercule est très riche en protéines et en vitamine C.

d'énergie du pays après le manioc (RIU, 2010). Bien que la pomme de terre soit très importante au Rwanda, les rendements moyens restent faibles, variant entre 5,0 et 20,0 tonnes / ha dans les champs des agriculteurs par rapport aux rendements potentiels de 30,0 tonnes / ha (Frans, 2002 ; Mugabe et al., 2009). Parmi les causes des rendements sous-optimaux figurent le mildiou et le flétrissement bactérien, ainsi que la dégénérescence des semences causée par des virus et des mycoplasmes (Frans, 2002). Les statistiques récentes au Rwanda (NISR, 2018b) montrent que la production nationale de pomme de terre s'élève à 916.063 tonnes pour la saison agricole 2018 (somme des productions des saisons culturales 2018 A, B et C), dont plus de 60% (soit 574.694 tonnes) sont produits dans la région des sols de laves, alors que le reste est produit dans des exploitations très dispersées dans toutes les autres parties du pays. Il faut signaler aussi qu'une partie de la production vivrière est consommée par les producteurs, par exemple, 61,1% du maïs, 41,4% du sorgho, 42,8% du blé, 59,0% de la pomme de terre, 62,1% du haricot, et 28,3% des légumes (NISR, 2020).

C'est ainsi que, dans son manifeste de développement agricole « *Crop Intensification Program* » ou CIP, le gouvernement rwandais a inclus la pomme de terre, le maïs, le riz, le manioc, le haricot et le blé parmi les cultures prioritaires (MINECOFIN, 2012 ; Alinda & Abbott, 2012). Peu après, il a été décidé de promouvoir surtout la pomme de terre pour augmenter la production et éventuellement en tirer des devises en renforçant ses exportations (Nuwagira, 2017). Malgré cela, le Rwanda reste jusqu'à présent importateur de quelques produits agricoles tels que la pomme de terre³, les grains de maïs, le riz et le soya (Musabanganji & Maniriho, 2019).

Quelques recherches menées au Rwanda se sont concentrées sur l'identification des facteurs déterminants de la production agricole. Mpawenimana (2005) a analysé la corrélation entre la production de banane et les caractéristiques socioéconomiques des agriculteurs dans le district de Kanama. Au même titre, Maniriho et Bizoza (2018) ont estimé la fonction de production agricole dans le district de Musanze. Quant à Clay, Reardon et Kangasniemi (1998), bien que leur travail porte sur tout le pays, ils se sont limités aux seuls effets des fertilisants (aussi bien chimiques que non-chimiques) sur la production agricole. Suite à différents efforts de développement, surtout dans le secteur agricole, on pourrait se demander si ces résultats restent toujours valables. De plus, la majorité de ces études ont pris un seul district comme cas d'étude et/ou une seule culture.

Il est alors très important de comparer la productivité, l'efficacité et la rentabilité entre les différentes cultures, et entre les différentes catégories des exploitants agricoles dans la région agricole des sols de laves au Rwanda. Nous avons évalué pour une culture donnée la variabilité de production, d'efficacité et de rentabilité,

³ Actuellement, le Rwanda n'est pas autosuffisant en production de pomme de terre et il doit recourir à des importations pour assurer ses besoins. Il reste dans ce cadre importateur. En 2017, le Rwanda a exporté 3.350 tonnes de pomme de terre contre 13.398 tonnes d'importations (voir Tableau 7 pour les détails). Avec sa politique de promotion de la production de la pomme de terre, le Rwanda espère de devenir autosuffisant à terme et même exporter une partie de sa production et probablement d'en tirer des devises.

notamment parce que les réponses à apporter en termes d'amélioration de ces facteurs ne sont pas les mêmes selon qu'on s'adresse à des producteurs moins performants, des producteurs moyennement performants ou à des producteurs plus performants. Il s'agit donc d'une analyse intégrative qui considère un échantillon représentatif, qui s'intéresse aux effets sociaux de l'activité agricole sur les conditions de vie des exploitants et de leurs ménages et examine la contribution des politiques agricoles et autres politiques au développement socioéconomique du Rwanda.

Nous avons considéré les effets marginaux par rapport à 2009, l'année de l'adoption du programme d'intensification agricole, CIP (voir Milz, 2010), autres politiques agricoles et sociales complémentaires, entre autres Programme Vision 2020 Umurenge (VUP, acronyme anglais) adoptée en 2007 (GoR, 2007), Programme Umurenge pour l'Épargne et le Crédit (USACCO, acronyme anglais) initié en 2009 (RCA, 2009), et le Programme Une Vache par Famille Pauvre aussi connu comme « *Girinka* ou "*One cow per poor family programme*" » adopté en 2007 (IMF, 2011). Nous nous sommes aussi référés à l'étude de Mugabe et al. (2009) sur la rentabilité de douze cultures vivrières majeures (pomme de terre, maïs, haricot, blé, sorgho, banane, manioc, patate douce, arachide, riz, soya, et petit pois) dans toutes les zones au Rwanda comme « *baseline* ». Nous avons actualisé (10 ans plus tard) les données de cette étude pour montrer si les résultats obtenus sont toujours valables. L'analyse intègre enfin les techniques effectivement pratiquées par les exploitants agricoles ainsi que les perceptions des agriculteurs sur les pratiques agricoles modernes, plus particulièrement dans la région des sols de laves au Rwanda.

D'après les arguments avancés par les différents chercheurs ainsi que les initiatives actuelles prises par le gouvernement rwandais, cette recherche s'efforce de souligner le rôle des petites exploitations de pomme terre dans le développement agricole au Rwanda. Il y a ici deux points importants que sont notamment la paysannerie et la pomme de terre. Mais la pomme de terre n'est pas la seule culture dans la Région des Sols de Laves au Rwanda : il y a aussi le maïs, le haricot, le blé, les légumes (carottes, choux, oignons, etc.) qui y sont exploitées. Derrière la production de pomme de terre réputée pour sa productivité et son apport de revenus aux exploitants, il y a aussi le coût de production élevé, le prix de vente instable, le problème de stockage, par exemple. En tant que culture à production spéculative, la question revient alors de savoir comment la petite exploitation de pomme de terre peut contribuer au développement socioéconomique des fermiers. Elle est comparée à d'autres cultures exploitées dans la région, plus spécialement celles qui sont capables de concurrencer la pomme de terre en termes de rendement et de prix tels que l'oignon rouge, l'oignon blanc, le chou et la carotte.

1.2 Agriculture et région agricole des sols de laves au Rwanda

La région agricole des sols de laves (« *Birunga* ») est l'une des 12 zones agro-écologiques au Rwanda, à côté des zones d'Imbo, Impala, les Bords du lac Kivu, Crête Congo-Nil, Plateau de l'Est, Plateau Central, Hautes terres de Buberuka

(Hautes terres non-volcaniques), Mayaga, Bugesera, et les Savannes de l'Est (Verdoodt & van Ranst, 2003 ; Rushemuka et al., 2014). La région agricole Birunga est bien connue pour son sol essentiellement à vocation agricole (altitude de 1600 à 2500 m, sols volcaniques de couleur noire très perméable dont la valeur agricole est excellente) (Ndindabahizi & Ngwabije, 1991), les spéculations principales étant la pomme de terre, les légumes (oignon rouge, oignon blanc, chou, carotte, etc.), le maïs, le haricot, le blé, ... (MINAGRI, 2012). Delepierre (1982) et MINAGRI (1987, 1989) présentent en détails les caractéristiques spécifiques de la région agricole des sols de laves :

- Les pluies sont régulières ;
- En dépit de pluies abondantes et régulières, la région est caractérisée par très peu de rivières permanentes ;
- Sol faiblement profond, d'où le matériel agricole simple et généralisation de la culture sur billons ;
- Risque d'érosion réduit grâce à la culture sur billons, à la perméabilité des sols et au relief souvent peu accidenté ;
- Sols riches en humus et en bases (andosols ou andepts) de couleur noire, avec une bonne fertilité convenant pour les cultures de climat tempéré, mais dont l'acidité est variable (de peu acide à acide) dans la région.

En ce qui concerne la production agricole, les statistiques agricoles récentes au Rwanda (NISR, 2018b) montrent que la production nationale de pomme de terre s'élève à 396.064 tonnes (*metric tons*, noté T) pour la saison 2018 B, dont plus de 70% est produite dans la région agricole des sols de laves à raison de 49.555 T, 49.588 T, 121.915 T et 67.633 T respectivement dans les districts de Burera, Musanze, Nyabihu et Rubavu. La production nationale était de 468.931 T pour la saison 2019 A (NISR, 2019a) avec 49.555 T, 49.588 T, 121.915 T et 67.633 T respectivement produits dans les districts de Burera, Musanze, Nyabihu et Rubavu (soit 61,56% de la production nationale). De même pour la saison 2019 B (NISR, 2019b), la production nationale a été 427.816 T, 60.405 T dans le district de Burera, 54.414 T dans le district de Musanze, 91.211 T à Nyabihu et 78.815 T à Rubavu, soit 284.845 T au total dans la région des sols de laves au Rwanda (66,6 % de la production nationale). En plus de la pomme de terre, d'autres cultures exploitées dans la région des sols de laves au Rwanda et recommandés par les autorités agricoles sont le thé, le pyrèthre, le blé, le maïs, le haricot et les légumes. Le sorgho y est aussi exploité, principalement dans le District de Burera, sur l'initiative des communautés locales.

1.3 Objectifs et hypothèses de la recherche

L'objectif global de cette recherche est de contribuer à l'usage rationnel des ressources pour accroître la productivité, la rentabilité et le revenu, en vue d'améliorer les conditions de vie des petits exploitants de pomme de terre au Rwanda. Se fondant sur les différents enjeux liés aux exploitations agricoles et leurs moyens de couverture des risques, cette étude a analysé la performance technique (pratiques agricoles, efficacité), la performance économique (rentabilité), la

performance sociale (qualité de vie), et la performance sociétale (création de produits alimentaires en quantité et en qualité) des petites exploitations agricoles⁴.

Avec application à l'exploitation de pomme de terre en comparaison avec d'autres cultures, les objectifs spécifiques de ce projet de recherche sont les suivants :

- (i) Identifier les techniques agricoles effectivement pratiquées par les petits agriculteurs pour la bonne gestion de la fertilité des sols dans la région des sols de laves au Rwanda ;
- (ii) Mettre en évidence la productivité, l'efficacité, et la rentabilité des petits producteurs de pomme de terre par rapport à d'autres cultures cultivées dans la région des sols de laves au Rwanda ;
- (iii) Analyser la contribution des exploitations de pomme de terre à la sécurité alimentaire des agriculteurs dans la région agricole des sols de laves au Rwanda.

En référence à ces objectifs, les hypothèses opératoires (HO) de recherche sont formulées comme suit :

- (HO1) L'usage approprié des intrants agricoles, et des pratiques agricoles figure parmi les principales stratégies d'amélioration de la fertilité des sols parmi les petits producteurs de la région agricole des sols de laves au Rwanda ;
- (HO2) Les petites exploitations de pomme de terre pourvoient aux producteurs une productivité, un niveau d'efficacité et une rentabilité plus intéressants que ceux des autres cultures cultivées dans la région des sols de laves au Rwanda ;
- (HO3) L'exploitation de pomme de terre joue un rôle prépondérant dans la sécurité alimentaire des petits fermiers par rapport à d'autres cultures exploitées dans la région agricole des sols de laves au Rwanda.

1.4 Justification et délimitation de la recherche

L'agriculture est une activité centrale ou encore une colonne vertébrale de l'économie rwandaise. En revanche, comparativement à d'autres secteurs, l'agriculture fait face à une gamme de problèmes qui nécessitent des solutions pratiques des spécialistes du domaine agricole.

L'importance de l'exploitation agricole à petite échelle dans le développement socioéconomique est reconnue dans le monde. *« Les petits agriculteurs produisent l'essentiel des denrées alimentaires des pays en développement. Cependant, ils sont généralement beaucoup plus pauvres que le reste de la population et leur sécurité alimentaire est plus précaire que celle des pauvres des milieux urbains. La majeure partie de la nourriture du monde en développement est produite par quelque 500 millions de petits agriculteurs – hommes et femmes. Et pourtant, ces paysans et leurs familles souffrent davantage de la faim que les plus pauvres des zones*

⁴ Les petites exploitations agricoles se limitent au maximum à 1,0 ha au Rwanda. Les détails y relatifs se trouvent en pages 29 et 48 à 52 du présent document.

urbaines ; la pauvreté est chez eux plus grande et l'accès aux services sociaux de base plus restreint » (Dixon et al., 2001).

Il est très important de savoir l'état des connaissances, les perceptions et les pratiques des agriculteurs en rapport avec la gestion de la fertilité des sols et la protection des plantes. Les agriculteurs doivent connaître le niveau de productivité et le degré de rentabilité de leurs entreprises afin qu'ils puissent évaluer la contribution de la pomme de terre à leurs revenus et à l'amélioration du bien-être familial. On s'attend à ce que les décideurs dans le secteur agricole, les planificateurs et les agriculteurs se servent des résultats de cette étude pour prendre les mesures adéquates en vue de développer, moderniser et/ou professionnaliser l'agriculture tout en sauvegardant l'environnement. Il est donc très utile que les décideurs sachent où des efforts supplémentaires sont nécessaires et permettre aux planificateurs de prévoir les intrants et les produits pour les différentes filières agricoles. En ce qui concerne les chercheurs et les universitaires, les résultats de cette étude contribueront aux connaissances liées à l'économie agricole et au développement rural au Rwanda.

En ce qui concerne le champ d'application, cette étude est délimitée dans la thématique, dans l'espace et dans le temps. Dans la thématique, nous avons abordé cinq dimensions. La première dimension concerne le secteur agricole de l'économie. Dans le cadre d'analyse de la chaîne de valeur, nous avons fait une analyse fonctionnelle (fonctions des petits exploitants agricoles, notamment la production), une analyse économique et financière (le coût, la rentabilité, les prix, les innovations), et enfin une analyse sociale (sécurité alimentaire des petits exploitants agricoles). La deuxième dimension concerne les perspectives historiques de l'organisation de la production agricole dans le monde, en général, et au Rwanda, en particulier. La troisième dimension concerne la gestion de la fertilité des sols et les stratégies prises par les producteurs agricoles pour mieux capitaliser les ressources (objectif 1) qui leur permettra d'en tirer au maximum le profit. La quatrième dimension porte sur l'analyse de la productivité et de la rentabilité des petites exploitations agricoles (objectif 2). La cinquième dimension retient le bien-être des petits exploitants agricoles. Il a été question de montrer la contribution des petites exploitations agricoles à la sécurité alimentaire des exploitants (objectif 3).

Sur le plan spatial, cette recherche a été conduite dans la région des sols de laves dans les districts de Rubavu et Nyabihu de la province de l'Est et les districts de Musanze et Burera de la province du Nord. Le chercheur a utilisé les données de l'enquête conduite dans la période d'octobre jusqu'en décembre 2019. Les résultats de la recherche ont été pris en compte dans la formulation des recommandations nécessaires pour éclairer les décideurs à l'élaboration des stratégies de développement agricole au Rwanda. La figure 1 illustre le cadre conceptuel de notre étude.

1.5 Les théories fondamentales des exploitations agricoles

Pour bien comprendre les exploitations agricoles, un exposé sur les concepts et les théories y relatifs est présenté. Cette présentation porte sur la théorie de

production pour décrire la prise des décisions par le producteur dans un environnement statique (c'est-à-dire la situation qui ne rend pas compte des évolutions dans le temps) et expliquer le rôle de la nature (la terre) dans la création des richesses, ainsi que la théorie du comportement adaptatif pour appréhender la dynamique de comportement des exploitants agricoles. Ces théories sont complétées par la théorie de l'utilité espérée et celle des perspectives pour bien déchiffrer les motivations des efforts fournis par les fermiers dans la production des biens agricoles.

A côté de ces théories, nous avons défini les concepts afférents aux exploitations agricoles (comme filière, chaîne de valeur, branche, secteur économique), leurs formes et caractéristiques. Nous avons aussi énoncé leurs modes d'organisation productive, les différentes phases d'une exploitation agricole familiale, et les situations diverses d'exercice de l'activité agricole d'une personne physique. Les théories et les concepts principaux des exploitations agricoles sont largement discutés au cours du chapitre 2.

1.6 Structure de la thèse

La structure de cette thèse comporte neuf chapitres. Le premier chapitre est l'introduction générale qui intègre aussi les fondements théoriques des petites exploitations agricoles. Le deuxième chapitre porte sur la revue de littérature théorique et empirique sur les petites exploitations agricoles. Le troisième se concentre sur les généralités sur le développement socioéconomique, la performance du secteur agricole, ainsi que les stratégies de développement agricole au Rwanda. Le quatrième chapitre présente la méthodologie. Le cinquième présente les perceptions et pratiques des techniques agricoles par les petits exploitants agricoles. Le sixième chapitre discute le niveau de productivité et d'efficacité économique des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda. Le septième discute la rentabilité des petites exploitations de pomme de terre par comparaison à d'autres cultures. Le huitième chapitre analyse le rôle de la pomme de terre dans la sécurité alimentaire des ménages des producteurs. La thèse se termine par une conclusion générale qui fait l'objet du chapitre neuf.

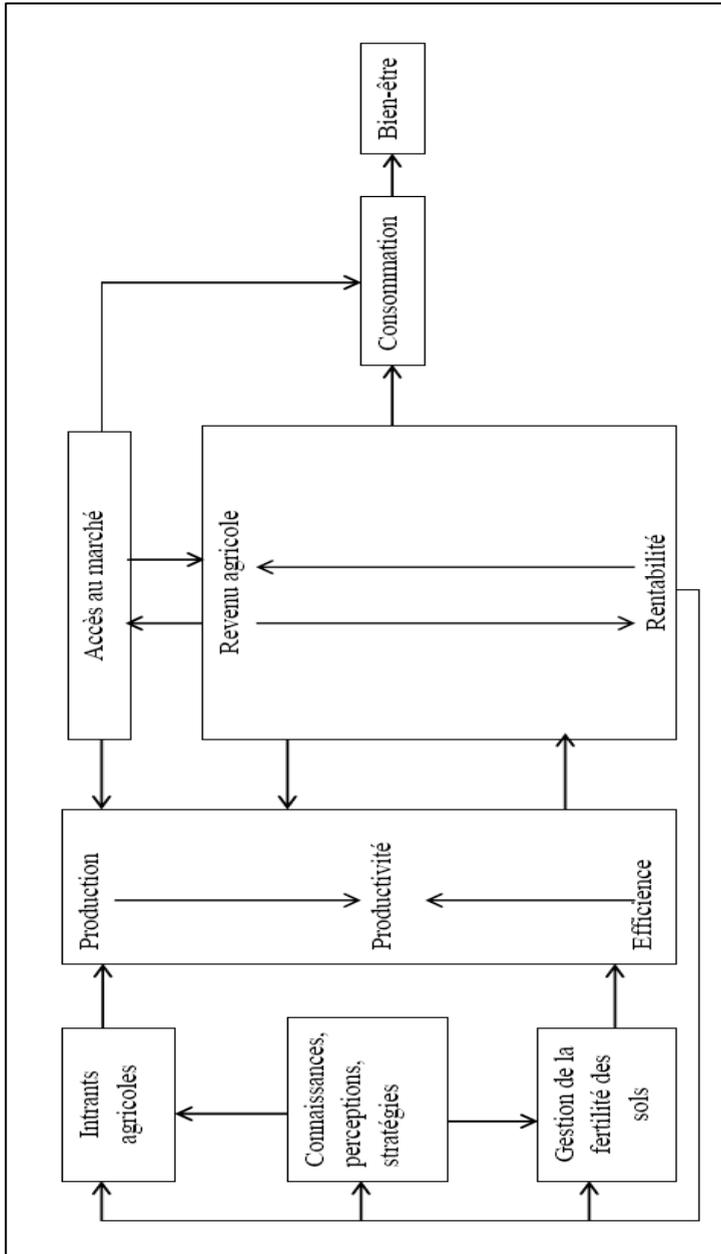


Figure 1. Cadre conceptuel de productivité, efficacité et profitabilité des exploitations agricoles pour le bien-être des agriculteurs.

**Fondements théoriques et empiriques des
petites exploitations agricoles**

2. Fondements théoriques et empiriques des petites exploitations agricoles

2.1 Introduction

Ce chapitre se concentre sur la revue de littérature sur les petites exploitations agricoles. Il focalise sur la théorie statique de la production complétée par la théorie du comportement adaptatif qui explique la dynamique des décisions du producteur en général et de l'exploitant agricole en particulier. Nous avons aussi présenté la théorie d'utilité espérée et celle des perspectives en relation avec le comportement de l'agriculteur. Ensuite, les concepts clés relatifs aux exploitations agricoles ont été discutés. Enfin, les recherches récentes sur la productivité, l'efficacité et la rentabilité des petites exploitations agricoles ainsi que leur rôle dans le développement socioéconomique sont abordées.

2.2 La théorie économique de la production

2.2.1 Définitions

La théorie de la production analyse le comportement ou tout simplement les décisions des producteurs⁵ relatives à l'utilisation des ressources (ou facteurs de production) en vue d'aboutir à un certain niveau de production d'un bien ou un service (pour le marché) (Ibanès, 1981 ; Baudry, 2003 ; Balland & Bouvier, 2008). La relation entre la production et les facteurs de production (aussi appelés intrants) est bien décrite par ce qu'on appelle la fonction de production. Cette dernière est définie comme relation entre les mesures physiques d'intrants et les mesures physiques de production (output), pour un certain niveau de technologie et pendant une période de temps déterminée (Gendron, 2014). La fonction de production décrit la relation entre la quantité produite d'un bien et les quantités des différents facteurs nécessaires à sa fabrication. La fonction de production résume sous forme mathématique les choix techniques de l'entrepreneur (Gendron, 2014 ; Médan, 2015).

2.2.2 Création de richesses : rôle de l'agriculture et apports de la physiocratie et de l'économie classique

2.2.2.1 Physiocratie : la terre, l'agriculture, le travail productif et le produit net

La physiocratie est une doctrine économique née en France à la fin des années 1750, avec à sa tête François Quesnay⁶ (Béraud & Faccarello, 1992 ; Landreth & Colander, 2002). Elle a fourni une schématisation fameuse de l'économie marquée par les caractéristiques de la société française alors dominée par l'agriculture. Elle se

⁵ Un producteur, un agent économique dont l'activité principale est la production est appelé « firme » par les économistes, et « entreprise » par les gestionnaires.

⁶ François Quesnay (1694-1774) a publié des œuvres célèbres comme "Fermiers (1756)", "Grains (1757)", ainsi que "Le tableau économique (1758)".

concentre sur de nombreux aspects théoriques tels que (1) la représentation de l'économie comme un système organisé à la fois en classes sociales et en secteurs d'activité, (2) la distinction entre le capital (les avances) et le surplus (le produit net), (3) la distinction entre travail productif (c'est-à-dire travail de la terre) et travail improductif (art, manufacture, et commerce), (4) la conception de la circulation de flux de dépenses assurant la reproduction de toute la société pour laquelle le blocage va dégénérer en crises économiques, et enfin, (5) l'identification systémique des lois économiques régissant les relations entre l'ordre naturel et les individus, l'identification qui conduit à des exigences claires pour l'autonomie et la pensée économique supérieure à la domination politique. La physiocratie est ainsi considérée comme précurseur de la pensée économique classique et libérale, en même temps qu'elle influence des discours plus hétérodoxes (Béraud & Faccarello, 1992 ; Deleplace & Laviale, 2008).

Selon les physiocrates, encore connus comme contemporains de la révolution agricole⁷, la richesse est réelle et est composée de biens physiques, la monnaie étant essentielle à la circulation des richesses, mais pas une fin du processus d'échange (voir Quesnay, 1758). Les physiocrates considèrent l'agriculture comme seule source de richesses, à même d'accroître le volume des richesses et ainsi fournir un « produit net » sur base du principe de « laisser faire, laisser passer ». Le modèle de Quesnay est composé de trois classes qui sont définies par leur relation au produit net : la classe des producteurs, la classe des nantis (propriétaires des ressources) et la classe improductive. Ainsi, la richesse ou le produit net, n'est donc dégagée que par le seul travail agricole dans les conditions des « avances foncières » (investissements). Il faut donc qu'en amont, la classe des propriétaires et le souverain s'accordent pour réaliser ces avances (mise en valeur des terres, assèchement des marais, construction et maintenance des outils de communication, achat d'équipements et des matières premières, etc.) (Deleplace & Laviale, 2008).

La vision des physiocrates de l'interdépendance de l'économie était macro-économique dans sa conception et son orientation. Ils ont fait peu d'efforts pour développer une théorie de l'interdépendance d'une économie au sens microéconomique. Les agriculteurs sont placés au centre du flux circulaire, car (selon les physiocrates), la terre est le seul facteur de production d'un produit net. Ceci souligne le rôle des lois de la nature dans le fonctionnement de l'économie et par-là dans la formulation de la politique économique. A l'échelle macroéconomique, les flux au sein d'un secteur ne sont cruciaux que pour les agriculteurs car ils produisent à eux seuls un produit net (Béraud & Faccarello, 1992 ; Landreth & Colander, 2002).

⁷ Voir Deleplace & Laviale (2008), qui précisent aussi que, depuis sa naissance dans l'antiquité grecque par Xénophon (vers 426-354 av. J.-C.), « l'économique, terme dérivé de "oikos" (la maison) et "nomos" (l'administration), se réduit aux règles de bonne gestion domestique », et « ne s'intéresse qu'à l'administration des domaines ruraux, se contentant précisément de mettre en évidence l'importance de l'agriculture dans la production des richesses. »

2.2.2.2 Conception de l'agriculture dans l'économie classique

La richesse de la nation dépend du travail qui lui est consacré et de sa productivité. Elle est formée des biens utiles et agréables, produits annuellement et qui assurent la vie du peuple ; richesse réelle donc, et non monétaire (Smith, 1776). Pour Smith (1776), le travail seul est productif, terre et capital sont les moyens du travail.

L'idée commune entre la physiocratie et l'économie classique est que la richesse est naturellement réelle et est constituée de ce que l'on appelle, selon les termes de Smith, des « choses nécessaires à la vie », alors que la monnaie n'est pas une richesse et ne peut donc constituer la « finalité » de l'activité économique. De plus, les deux écoles prêchent le libre-échange. La différence fondamentale est que les économistes classiques considèrent non seulement la terre mais aussi le capital et le travail comme facteurs de production, et pour eux, toutes les activités sont productives (Smith, 1776 ; Deleplace & Laviale, 2008). L'agriculture est donc l'une des sources de richesses, bien qu'elle n'en est pas la source exclusive. Ceci cadre avec le contexte économique de l'expansion du volume de production (dans l'industrie métallurgique et textile) qui caractérisait la révolution industrielle en Angleterre (Béraud & Faccarello, 1992 ; Deleplace & Laviale, 2008).

Avec la révolution industrielle, on est passé du capitalisme commercial au capitalisme industriel libéré de toute sorte de réglementation, ce qui a créé des relations entre la bourgeoisie industrielle et les travailleurs rendus disponibles par la révolution agricole (enclosures) et que les progrès agricoles permettent de nourrir (Deleplace & Laviale, 2008). C'est dans ce cadre que Ricardo (1817) a justifié le paiement de la rente pour l'usage de la terre : (1) la quantité limitée de la terre cultivable, (2) la variabilité de sa qualité, ainsi que (3) la croissance de la population qui exige de mettre en culture des terres moins fertiles et moins bien situées, connues comme terres marginales.

2.2.3 Théorie économique de production, fonction de production et dérivation de la productivité

2.2.3.1 Fonction de production et rendements d'échelle

En théorie économique classique, la production (Q) dépend de deux facteurs, le travail (L) et le capital (K) qui comprend aussi la terre (S) (Marshall, 1890). Mais pour l'activité agricole, cette fonction peut s'étendre et inclure d'autres facteurs comme les semences, les fertilisants, et les pesticides (Ahuja, 2006).

La fonction de production de Cobb-Douglass est la plus utilisée dans les études agricoles visant la comparaison des productivités des facteurs de production depuis 1928 grâce à sa simplicité (Debertin, 2012). En considérant sa forme, il est très facile de mesurer les rendements d'échelle des unités de production agricole. Il suffit de faire une sommation des coefficients, β_s . Si la somme des coefficients β_s est égale à 1, on a des rendements d'échelle constants ; si elle est supérieure à 1, il s'agit de rendements d'échelle croissants ; et si elle est inférieure à 1, on a des rendements d'échelle décroissants (Bourbonnais, 2005). En d'autres termes, on parle de rendements d'échelle constants si l'output et les inputs augmentent dans la même proportion, de rendements d'échelle croissants si l'output augmente de façon plus

proportionnelle que les inputs, et de rendements d'échelle décroissants si l'output augmente de façon moins proportionnelle que les inputs (Gendron, 2014).

2.2.3.2 Notion et mesure de la productivité

La notion de productivité est issue de la contribution plus ou moins intense des inputs à l'output (Généreux, 2001). Dans la théorie de la production, la productivité d'un facteur de production mesure la production associée à une unité de ce facteur (Gendron, 2014). On distingue dans ce cadre la productivité moyenne de la productivité marginale d'un facteur de production ou input. Il faut aussi noter que l'on peut désigner la productivité moyenne par le concept équivalent de « rendement » (Généreux, 2001).

La productivité moyenne est le rapport entre la production totale et la quantité du facteur utilisé : elle est obtenue en divisant la production totale par la quantité de facteur. Par exemple, la productivité du travail est un produit moyen par heure de travail, alors que la productivité du capital est un produit moyen par unité monétaire investie dans le capital, bien que les facteurs contribuent conjointement à la production. La productivité d'un facteur est par conséquent la productivité apparente de ce facteur du fait qu'elle est obtenue par l'utilisation d'une certaine quantité d'un autre facteur.

La productivité marginale est la production de la dernière unité d'un facteur utilisée. Elle indique l'augmentation de la production entraînée par l'emploi d'une unité supplémentaire d'un facteur (Généreux, 2001). La productivité marginale d'un input mesure l'extra output induit par un accroissement atomique ou microscopique de la quantité utilisée de ce facteur (Gayant, 2014). Si on utilise les termes quantitatifs pour mesurer la production d'une unité de facteur, on parle de *productivité physique* ; si on mesure cette production par la valeur monétaire, la productivité est dite de *productivité en valeur* (Généreux, 2001).

2.2.3.3 Notion d'efficacité de la production

Pour le producteur, l'efficacité de production est atteinte une fois que les productivités moyenne et marginale sont décroissantes mais positives (suivant la loi des rendements décroissants selon laquelle les productivités moyenne et marginale croissent, atteignent un maximum, puis décroissent), alors que le coût moyen commence à augmenter. L'optimum du producteur est donc nécessairement situé dans cette phase de production dans laquelle le producteur déterminera une quantité optimale à produire. Dans ce cas, le producteur doit se demander quand interrompre l'augmentation de l'utilisation du facteur de production, juste pour égaliser le revenu marginal au coût marginal : c'est ainsi que nous parlons de phase de production efficace (Gendron, 2014). Au-delà de cette quantité, le coût supporté (coût marginal) deviendra supérieur aux gains à réaliser (revenu marginal), ce qui n'est bien évidemment pas rationnel, étant donné que la condition d'équilibre (voir aussi section 2.2.5) a été violée.

2.2.4 Fonction et différentes mesures de coûts

2.2.4.1 Fonction de coût

La production des biens et services fait appel aux dépenses engagées par le producteur pour lui permettre d'accéder aux intrants ou tout simplement aux facteurs de production, ce qui montre la relation directe entre la production et le coût, ainsi que la raison pour laquelle on parle du coût de production (Teulon, 1998). Ceci signifie que le producteur aimerait accéder au maximum possible de facteurs de production pour qu'il produise le maximum possible de biens, mais comme l'accès aux facteurs n'est pas gratuit, il est limité par le budget alloué à leur acquisition qui représente économiquement sa contrainte budgétaire ou mieux isocoût (Médan, 2015). Le coût est donc fonction positive de la production. Le coût total est obtenu par la multiplication de la quantité produite et du coût unitaire moyen, encore appelé prix de revient comme une mesure d'efficacité de production (Gahiro, 2011 ; Musabanganji, 2017).

2.2.4.2 Différentes mesures de coût

En économie, il y a une grande classification des coûts : le coût total, le coût marginal, le coût moyen, le coût fixe, le coût variable, le coût économique, le coût comptable, etc. (Védie, 2011 ; Médan, 2015). Cette classification est très intéressante tant au niveau conceptuel qu'au niveau pratique. Pour cette étude qui vise la production agricole orientée vers le marché, exigeant des dépenses, et ainsi s'interroger sur sa productivité, sa rentabilité et/ou sa durabilité, les coûts fixes et les coûts variables sont les plus considérés. Les coûts fixes (ou charges de structure) sont ceux qui ne changent pas en fonction de la variation du niveau de production, alors que les coûts variables (ou charges opérationnelles) augmentent avec l'augmentation du niveau de production ; les deux notions ne sont valables que pour le court terme (Bublout, 1974 ; Carles, 1999 ; Médan, 2015).

Les coûts fixes (ou charges de structure) sont aussi définis comme les coûts liés à la structure et au potentiel de production de l'entreprise. Quel que soit le niveau de la production, leur montant est constant ou quasi-constant (Levallois, 2013), tandis que les coûts variables (ou charges d'exploitation) sont ceux qui sont reliés aux intrants des activités de production et ceux dont le montant est proportionnel ou quasi-proportionnel au volume de production (Mazars, 1967 ; Levallois, 2013).

L'identification des composantes des charges doit se faire de façon minutieuse pour esquiver le biais des analyses postérieures (Musabanganji, 2017). Bublout (1974) et Scott et Griffon (1998) ont ainsi inclus le loyer, les assurances, la dépréciation des équipements, les coûts de la main-d'œuvre familiale, les coûts d'investissement des bâtiments et des équipements, les intérêts d'emprunt et les coûts divers dans les coûts fixes. D'autre part, les coûts variables comprennent les dépenses en matières premières, le transport de la production, la main-d'œuvre externe, les intrants, les équipements d'ensachage, les commissions ou frais payés aux distributeurs et les frais de fonctionnement imprévus (Scott & Griffon, 1998 ; Carles, 1999 ; Levallois, 2013).

Dans le cadre de cette recherche, sont classés dans la catégorie des coûts fixes, seuls les frais liés à la location de la terre (la rente). Le coût de la main-d'œuvre

familiale est calculé sous forme de coût d'opportunité, ainsi que le coût de la main-d'œuvre externe payé pour les activités agricoles. La valeur de l'amortissement du matériel et outillage agricole n'a pas été retenue étant donné que la main d'œuvre familiale a été évaluée au même titre que la main d'œuvre externe. Encore faut-il noter que le montant correspondant est très minime et est même difficile à déterminer. Dans les charges variables, sont classées les dépenses en semences, en engrais, en pesticides, le transport payé et les frais de gardiennage, ainsi les coûts des sacs de conditionnement et des bâches en plastique.

2.2.5 Produit total, revenu marginal, coût marginal et équilibre du producteur

La théorie économique précise que l'objectif principal des producteurs (y compris les exploitants agricoles) est la maximisation du profit (Barkley & Barkley, 2013) étant donné qu'ils produisent des biens et/ou des services pas pour la consommation, mais plutôt pour le marché (Hoag & Hoag, 2006). Étant donné que l'objectif principal du producteur est la maximisation du profit, il doit aussi minimiser le coût total. Au niveau optimal de production (où le producteur a maximisé son profit, situation encore connue comme équilibre du producteur), le revenu marginal (RM) est égal au coût marginal (CM)⁸ (Médan, 2015). Ceci signifie que, pour déterminer l'optimum, le producteur (encore appelé entrepreneur) compare ses gains, mesurés par la productivité ou le revenu marginal (RM) à ses coûts mesurés par le coût unitaire d'un facteur ou le coût marginal (CM) (Gendron, 2014). L'équilibre du producteur est atteint une fois le revenu marginal est égal au coût marginal, c'est-à-dire que $RM = CM$ (Debertin, 2012).

2.2.6 Théorie du comportement adaptatif et les décisions de l'exploitant agricole

La théorie du comportement adaptatif est un renouvellement ou encore un prolongement de la théorie de production. Son apparition a été motivée à cause des limites de la théorie de production comme fondement théorique des exploitations agricoles (Johnson et al., 1961). Alors que la théorie de production focalise sur les producteurs individuels confrontés chacun à ses décisions sans tenir compte des changements qui se déroulent avec le temps, la théorie du comportement adaptatif tient compte du fait que les décisions d'un agriculteur s'échelonnent dans le temps en fonction du déroulement des travaux, des saisons, du progrès technique, etc. (Nerlove, 1974). Cette théorie considère donc un ménage comme une unité de production⁹ capable d'arbitrage entre profit et risque (Dillon, 1971 ; Nerlove, 1974). Après avoir constaté que la théorie statique de la production n'est pas adéquate comme base pour la bonne compréhension et analyse des décisions pour le long

⁸ Le revenu marginal (RM) est celui généré par la vente de la dernière unité de biens ou de services produite et vendue au marché par une unité de production. Le coût marginal (CM) est, lui, le coût engagé par une unité de production pour produire une unité additionnelle de biens ou de services ; c'est donc le montant additionnel au coût total à la suite de l'augmentation d'une unité de biens ou de services à la production totale (Barkley & Barkley, 2013).

⁹ Le ménage a été considéré depuis longtemps comme unité de base de la théorie de consommation, mais pour le moment, il est considéré comme une unité socioéconomique de production et de consommation (Ghersi, 1992).

terme des agriculteurs en rapport surtout avec le choix des investissements et l'adoption des techniques innovantes, la théorie du comportement adaptatif propose, pour dépasser ces limites, de recourir à différents concepts nouveaux comme ceux de projet, de situation, de perception et d'adaptation.

C'est ainsi que l'on a déduit deux caractéristiques essentielles de la théorie du comportement adaptatif, notamment la mise en cause du caractère exogène des fonctions de production et d'utilité, ainsi que sa nature dynamique qui est essentielle pour la gestion des exploitations agricoles. Les agriculteurs s'adaptent en permanence, ce qui favorise les interprétations adéquates du comportement des agriculteurs tant dans leurs décisions quotidiennes que dans leurs choix stratégiques pour le long terme comme l'adoption des technologies nouvelles (Chia et al., 2014). Il va sans dire que la théorie du comportement adaptatif est très importante pour sa contribution à la gestion des exploitations agricoles. Sa pertinence est bien justifiée par le renouvellement du regard sur les exploitants familiaux impliqués dans le développement agricole dans les années 1970 (surtout en France), la rénovation de l'enseignement technique agricole, le passage à une conception centrée sur l'acteur et son projet, et enfin la capacité de cette théorie de permettre des analyses aussi fines que complètes du fonctionnement technico-économique des exploitations agricoles (Petit, 1975 ; Chia et al., 2014). Les formes et les caractéristiques essentielles des petites exploitations agricoles sont présentées dans le tableau 2.

2.2.7 Théorie d'utilité espérée, théorie des perspectives et comportement des agriculteurs

Le travail pénible de l'agriculteur¹⁰ est justifié par ses attentes de maximiser la production, le revenu et finalement l'utilité (ou tout simplement la consommation). Son comportement est bien expliqué par la théorie de l'utilité espérée, la théorie des perspectives, et la théorie de la décision. Une brève présentation de ces théories est faite ci-après.

2.2.8.1 La théorie d'utilité espérée

La théorie de l'utilité espérée (von Neumann & Morgenstern, 1944) stipule que le producteur peine à créer un bien ou un service parce qu'il s'attend bien à pouvoir trouver le marché de son produit et accède aux consommations intermédiaires et aux facteurs de production requis. Pour le consommateur, sa décision est éclairée par la connaissance des caractéristiques des biens et des services de consommation ainsi que le niveau de la satisfaction qu'ils peuvent lui procurer (Tenand, 2016).

¹⁰ L'agriculteur ou son ménage est ici considéré comme une unité aussi bien de production que de consommation.

Tableau 2. Formes, classification et caractéristiques principales des exploitations agricoles.

Formes d'exploitation	Classification	Patrimoine familial	Objectifs	Autres activités	Main d'œuvre	Localisation
Agriculture familiale	Paysanne	Oui, terre	Subsistance	Oui, traditionnelle	Familiale	Un peu partout dans le monde
	Diversifiée pluriactive et territoriale	Oui, terre	Métier	Pluriactif, Revenu	Familiale	Principalement au Nord
	Spécialisée et standardisée	Oui/non	Revenu, métier	Non	Familiale et salariée	Europe, USA, Inde, Chine, Russie, Canada
	Sociétaire	Oui, terre	Revenu, métier	Non	Familiale et salariée	USA, Europe, Russie, Canada
Agriculture de firme	Par délégation	Oui	Valorisation, patrimoine	En dehors de l'agriculture	Délégation à des tiers	Europe, Brésil, Russie, Argentine, Chili, USA, Canada
	Financière	Non	Placement financier	Oui	Salariée	Argentine, Brésil, Russie, Hongrie, Ukraine, Bulgarie, Roumanie
	Souveraine	Capitaux d'État ou mixtes	Souveraineté alimentaire	Non	Salariée	Afrique (Angola), Asie, Argentine
Agriculture sans terre	Paupérisée	Oui	Survie, Agriculteur par défaut	Oui	Familiale	Anciens pays de l'Est, Afrique, Asie, Inde, Amérique latine
	Proletarisée	Oui	Survie, Lieu d'habitation	Vente de leur force de travail		Partout dans le monde
	Par les exilés de l'intérieur	Non (louant)	Rester en vie	Marginalisation		Dans les grandes villes des pays développés

Source : Adapté par Chia et al. (2014) d'après Hervieu et Pursegill (2013).

Dans toutes ces conditions, la réalité est que le consommateur fait face à l'incertitude sur la qualité et les caractéristiques des biens et services achetés et que le producteur reste incertain sur le rendement d'un investissement, en raison d'aléas sur la disponibilité de main d'œuvre, sur les conditions météorologiques, sur le prix des matières premières, etc. Le résultat en est que les acteurs économiques doivent généralement prendre leur décision dans un environnement incertain où tout choix ressemble à un pari (Bernard, 2000).

A l'instar de tout agent économique, l'agriculteur opère dans un environnement incertain¹¹. Le secteur agricole est souvent confronté aux effets des fluctuations des prix des intrants et des produits, les épidémies et des phénomènes météorologiques graves tels que les inondations et les sécheresses, ainsi qu'au risque professionnel normal, des risques qui conduisent à la fluctuation des revenus des agriculteurs (OCDE, 2016). Chetaille et al. (2011) ont essayé de fournir les détails et ont ainsi défini les principaux risques agricoles : le risque prix (variabilité du cours de vente des récoltes), le risque rendement (variabilité de la quantité de production), le risque qualité produite (variabilité de la qualité de production), et le risque coût de production (variabilité du coût de production).

Cette liste est complétée par d'autres risques pouvant affecter les activités agricoles : le risque humain (risque encouru par les employés, comme maladie, disparition, etc.), les risques institutionnels (changements de politiques, de législation ou de normes relatives à la santé, à l'environnement, au commerce international, etc.), les risques financiers (accès au crédit, coût de l'emprunt), et enfin les risques divers (risque de vol, d'incendie, etc.) (Harmignie et al., 2004 ; Chetaille et al., 2011). Tous ces risques affectent les attentes de l'agriculteur (la production, le revenu, l'investissement, la consommation), ce qui explique que les agriculteurs travaillent aussi dans un environnement incertain. Confronté à un tel environnement, il est difficile pour les agriculteurs d'avoir une vision de long terme vers laquelle orienter leurs choix.

Cette connaissance imparfaite du futur confère aux opérations et aux attentes de l'agriculteur un caractère incertain (Reynaud, 2009). En guise de réponse à ce problème, l'agriculteur dispose des réponses optimales à chaque niveau de risque. Il dispose des mesures *ex ante* et *ex post* (règles *ex ante* d'assistance en cas de sinistre, paiements *ex post*) pour les risques catastrophiques, les instruments de marché (contrats à terme, assurance privée, mutualisation des risques au sein des coopératives) au niveau du risque transférable, et les stratégies sur l'exploitation (diversification des activités, accumulation d'épargne, recours à des technologies de production qui limitent la variabilité des rendements) pour le risque normal (OCDE, 2011 ; OCDE, 2016).

2.2.8.2 Théorie des perspectives

La théorie des perspectives (« *Prospect Theory* » de Kahneman & Tversky, 1979) explique bien le comportement d'un agent économique quand il prend en compte le risque lors de la prise des décisions. En économie, cette théorie décrit les choix des

¹¹ Pour l'analyse détaillée sur la gestion des risques en agriculture, vous pouvez consulter entre autres Eldin et Milleville (1989), Harmignie et al. (2004), Cordier et al. (2008), Lidsky et al. (2017).

agents économiques réels juste au-delà du choix optimal basé sur les suppositions de la théorie de l'utilité de von Neumann et Morgenstern (1944) en considérant que cette utilité n'est pas objective et universelle : elle prend en compte les biais et les heuristiques qu'utilisent les individus pour faire un choix (Tversky & Kahneman, 1974). Le choix optimal étant propre à chaque individu et ses règles n'étant pas rationnelles, la modélisation du comportement d'un décideur à l'aide de la théorie d'utilité comprendrait des anomalies récurrentes dans le processus et résulterait ainsi en une surévaluation et/ou à une asymétrie dans l'évaluation de l'utilité à cause de la subjectivité, des attentes et du rapport avec le contexte (Martinez, 2010). L'expérience a montré que les ménages (agricoles et non-agricoles) tiennent compte du risque et sont capables de faire arbitrage entre profit et risque (Dillon, 1971 ; Nerlove, 1974) parce qu'ils s'adaptent en permanence aux changements (Chia et al., 2014).

2.3 Fondements théoriques des petites exploitations agricoles

2.3.1 Concept de filière

Une filière agricole concerne un produit agricole nécessaire axé en totalité ou en partie sur les transformations successives. Dans les analyses économiques, une filière se définit comme un mode de découpage du système de production qui se base sur certaines relations d'interdépendance. Elle permet d'identifier les relations de linéarité, de complémentarité et de cheminement entre divers niveaux de transformation (Fraval, 2000). Pour Lebailly (1990), la désignation filière recouvre en fait des contenus très vastes et parfois contraires. Elle comporte des notions parfois plus précises telles que celles de chaîne de valeur, circuit, branche ou secteur d'activités, marché, système, etc.

Une filière est ainsi définie par Shaffer (1973) comme un élément composé d'activités économiques connectées verticalement et/ou horizontalement par des relations d'échanges. Pour lui, seules les entreprises qui sont reliées entre elles par des relations verticales et/ou horizontales forment une filière, bien que cette dernière puisse indiquer « une division raisonnée et opérationnelle de l'économie dans un domaine d'investigation ». Quant à Goldberg (1968), la filière porte sur une vision globale des problèmes posés par la production et la commercialisation d'un produit jusqu'au stade final, d'où l'émergence du concept "agro-industrie" au lieu d'un problème agricole simple. Il souligne qu'« une approche englobant tous les aspects d'une filière de produits agro-industriels est indispensable pour que tous les participants à cette filière de produits puissent mettre au point des stratégies efficaces à court et moyen termes ».

La filière peut finalement indiquer l'ensemble des opérations de production, transformation, et distribution liées à des produits agricoles comme la pomme de terre, ou à un groupe de produits homogènes (comme les racines et les tubercules), et contribue à satisfaire à un besoin final issu de la consommation (Ledent, 1986). Pour cette définition, la filière correspond à une conception technique du concept. La filière peint le cheminement d'un produit. Elle déchiffre des modifications physiques visibles et des concours externes moins intelligibles qui modifient quelques caractéristiques distinctives dudit produit. L'un des problèmes qui

demeurent sans réponse est de décider à quel niveau s'arrête l'amont et/ou l'aval d'une filière, les agents qui appartiennent ou non à une filière produit. La réponse persuasive est que l'appartenance à une filière, en aval, peut exister grâce aux relations établies avec le système (Fourchon, 1986). Selon Fraval (2000), une filière est définie comme un "mode de découpage du système productif privilégiant certaines relations d'interdépendance " en analyse économique, et trois approches, technique, économique et comptable, et enfin méso-économique, peuvent être utilisées pour décomposer les filières¹². La filière a été définie comme « une séquence d'opérations physiques permettant la création, la circulation et la consommation d'un bien » (Labonne, 1985)¹³.

Un autre concept, contraire à la filière produit, est la filière demande finale, qui intègre et dépasse la première conception de la filière produit. L'appartenance à la filière demande finale fait appel aux divers segments d'une demande finale. En référence à la fonction de demande finale (consommation, investissement, exportation) telle que définie, c'est le dégagement des segments concourant à la satisfaction d'un besoin de l'aval à l'amont qui permet d'identifier la filière (Sekkat, 1987). En termes de comparaison, la filière de demande finale est fondamentalement une méthode d'analyse des politiques d'entreprise, tandis que la filière produit apparaît comme une modalité de découpage du système productif (Tollet, 1982).

Dans son analyse de l'évolution du concept de filière, Fontan (2006) a défini la filière comme « une succession d'opérations permettant de produire un bien mais il faut aussi considérer l'ensemble des techniques et technologies nécessaires, les relations de complémentarité, le cheminement entre ces étapes, les résultats économiques, l'ensemble des acteurs ainsi que leurs stratégies et les relations (de complémentarité, de dépendance, de hiérarchie, ...) existant entre eux » formant ainsi un système qui peut être décomposé en sous-filières. Cet auteur a décrit les éléments constitutifs de la filière à l'aide de trois approches :

- (i) l'approche technique privilégiée par les ingénieurs et qui reprend la succession des opérations nécessaires pour la production tout en considérant les techniques et les progrès scientifiques ;
- (ii) l'approche financière qui privilégie l'ensemble des relations économiques et comptables établies dans le processus de production privilégiant au niveau macroéconomique la prise en compte du Tableau Entrées-Sorties (TES), ou considérer à un niveau plus microéconomique la distribution de la richesse créée entre les divers acteurs et ; enfin,

¹² Ici Fraval (2000) citant Hugo (1998) précise que l'approche technique peut se construire d'amont en aval en partant de la première phase de la production agricole. En amont, on considère l'achat des facteurs de production (ou tout simplement l'approvisionnement en intrants) et leur transformation, la production agricole, et le transport des produits agricoles finaux, alors qu'en aval, la vente des produits agricoles finaux sur les marchés internes et/ou internationaux est considérée. Pour l'approche économique et comptable, sont pris en compte les flux et la répartition coûts des consommations intermédiaires entre différents secteurs et de la valeur ajoutée entre différents agents qui contribuent à son acquisition (producteurs, entrepreneurs, Etat, détenteurs des facteurs de production, etc.). Quant à l'approche méso-économique, ces auteurs précisent qu'« il faut repérer, le long des diverses opérations, les acteurs, leurs logiques de comportement, leurs modes de coordination, et repérer ainsi les nœuds stratégiques de valorisation, de dégagement de marges. »

¹³ Voir aussi Bencharif et Rastoin (2007) qui ont repris presque la même définition et ainsi décrit la filière comme « un ensemble d'activités liées dans un processus de production-transformation-distribution d'un bien ou d'un service. »

- (iii) l'approche socio-économique par laquelle toute filière nécessite l'apport d'un grand nombre d'opérateurs et les relations existant entre les acteurs de la filière considérées au cours des opérations.

Selon Morvan (1991), deux sources expliquent l'analyse filière dans la théorie économique, notamment l'économie industrielle et l'économie institutionnelle. Etant lié à l'économie industrielle, le concept de filière de production est probablement celui qui a connu des succès les plus évidents depuis les années 1970s : « outil prestigieux d'une grande partie de l'Ecole Française d'Economie Industrielle, symbole d'une méthode qui prétend approcher de façon tout à fait originale la réalité économique (...) ».

Nous avons vu plus haut que la filière serait définie comme un système. Hugo (1994) la définit comme « un ensemble, structuré par des opérations industrielles, d'acteurs (firmes, offices publics, agents individuels...), de modes de coordination (marché, contrat, règles, réglementation...) trouvant place dans des formes institutionnelles correspondant à des régimes d'accumulation », ce qui fait délimiter les logiques au niveau du comportement des agents économiques, les modes de coordination, etc.

Du côté de l'économie institutionnelle, ensuite, le modèle néoclassique, ses postulats, hypothèses et résultats sont remis en cause. Cette approche souligne que les dispositifs collectifs (institutions, organisations ou conventions) tout comme les choix individuels influencent les décisions des agents économiques (Fontan, 2006).

2.3.2 Chaîne de valeur agricole

Décrit la première fois par Porter (1985), le concept de chaîne de valeur était utilisé dans l'industrie pour désigner « l'ensemble des activités¹⁴ devant concourir harmonieusement à produire et à vendre un produit en permettant aux intervenants à tous les niveaux d'engranger les meilleurs bénéfices possibles ». En permettant à l'entreprise de se représenter ses activités, la chaîne de valeur permet aussi de repérer celles qui sont créatrices d'économies et celle qui favorisent la différenciation (Leroy, 2012). Les intervenants dans la chaîne de valeur incluent ainsi les fournisseurs, les producteurs, les transformateurs et les acteurs impliqués dans la commercialisation auprès des consommateurs finaux (Porter, 1985). Ces acteurs doivent coopérer pour améliorer la qualité du produit, accroître l'efficacité de leurs actions ou diversifier leurs productions pour accumuler plus de bénéfices à chaque niveau de la chaîne et accroître leur performance sur le marché (CEA, 2012).

Avec le temps, le concept de chaîne de valeur s'est étendu à d'autres secteurs, en général, et dans le secteur agricole, en particulier. La chaîne de valeur agricole¹⁵

¹⁴ Porter (1985) a défini neuf activités stratégiquement importantes permettant à l'entreprise ou unité de production à choisir le positionnement concurrentiel convenable à chaque produit. Ces activités sont notamment l'infrastructure globale de la firme, la gestion des ressources humaines, le développement technologique, les approvisionnements, la logistique interne, la logistique externe, la production, la commercialisation et vente, ainsi que les services.

¹⁵ Miller et Da Silva (2007) ont défini la chaîne de valeur comme « l'ensemble des acteurs (privés, publics, y compris les fournisseurs de services) et l'ensemble des activités à valeur ajoutée qui contribuent à porter un produit de la phase de production au consommateur final ». Ils précisent aussi que, dans l'agriculture, il s'agit d'un « ensemble de processus et de flux "de la ferme à la table" ».

(CVA) est très importante tant pour renforcer la compétitivité des exportations que pour contribuer à la durabilité des systèmes agricoles, réduire la pauvreté, promouvoir l'inclusion financière, plus particulièrement pour les pauvres en milieu rural en Afrique où l'agriculture est l'activité économique principale (BAD, 2013). Boughalmi et Araba (2014) ont défini la chaîne de valeur comme « Partenariat étroit entre différents maillons de la chaîne d'approvisionnement, dans le but de répondre aux demandes des consommateurs et de créer de la valeur et des profits ».

De plus, la CVA est très complexe, mais divers facteurs contribuent à la rendre plus simple en priorisant les principaux piliers de la chaîne (Marangu, 2007). Il existe de nombreuses cultures et types d'aliments, chacun ayant sa propre chaîne d'approvisionnement distincte et suffisamment fragmentée, avec une grande diversité au sein de chaque filière en termes de techniques, de locations, de temps et d'acteurs. De nouveaux objectifs pour l'agriculture ont été introduits : alors que l'objectif principal était de fournir des denrées alimentaires, des aliments pour animaux et des fibres, on demande maintenant au secteur de fournir de plus en plus de biocarburants, de contribuer au développement rural et de fournir des aménités et des « services éco-systémiques ».

Les chaînes de valeur réunissent toute la gamme des activités et des services indispensables pour amener un produit ou un service de la conception à la vente sur son marché final, qu'il soit national, régional ou mondial. La chaîne de valeur comprend la contribution des fournisseurs, des producteurs, des transformateurs et des acheteurs. Elles sont soutenues par un éventail de prestataires de services techniques, commerciaux et financiers (KIT & IIRR, 2010 ; Rutten & Boto, 2014 ; CTA, 2016). L'autre raison de qualifier la CVA de complexe est que l'agriculture porte sur un grand nombre de variables et d'acteurs interconnectés, et exige une conception enluminée et un génie novateur permettant une régénération du système vers un meilleur moyen de subsistance pour tous (CTA, 2016).

La chaîne de valeur agricole se caractérise par ses trois caractéristiques principales à savoir (1) la volatilité, (2) la complexité, et (3) la mise en examen minutieux par les consommateurs (KPMG, 2013). Dire que la CVA est volatile signifie que l'environnement agroalimentaire est lié au changement du climat (conditions météorologiques, réchauffement climatique), changement des actions politiques (comme la tendance aux biocarburants) et aux changements sociaux (croissance de la population, par exemple) qui provoquent les fluctuations des rendements ainsi que l'accroissement des prix des produits agricoles causé par un déficit d'approvisionnement (Bruil, 2014 ; FAO, 2016). Ensuite, la CVA est dite complexe parce que, selon les termes de KPMG (2013), « *Il existe de nombreux types de cultures et d'aliments différents, chacun ayant sa propre chaîne d'approvisionnement distincte et souvent fragmentée. Il existe également une grande variété au sein de chaque culture en termes de comment et où elle est produite, et par qui. Les facteurs environnementaux jouent un rôle important dans la production et varient selon les régions et les années* ».

La CVA est enfin sujette à un examen minutieux des consommateurs. Ces derniers veulent connaître aussi bien le contenu, la qualité et la sécurité de leurs aliments, le processus de production que les impacts environnementaux et sociaux, ce qui suscite le nouveau concept d'« intensification durable de la production

végétale », une approche conçue pour équilibrer la nécessité d'accroître la productivité avec la nécessité de minimiser les impacts négatifs sur l'environnement. Ceci est promu par la FAO parmi d'autres et largement soutenu par les secteurs privé et public (KPMG, 2013). La figure 2 décrit les flux réels et financiers dans la CVA.

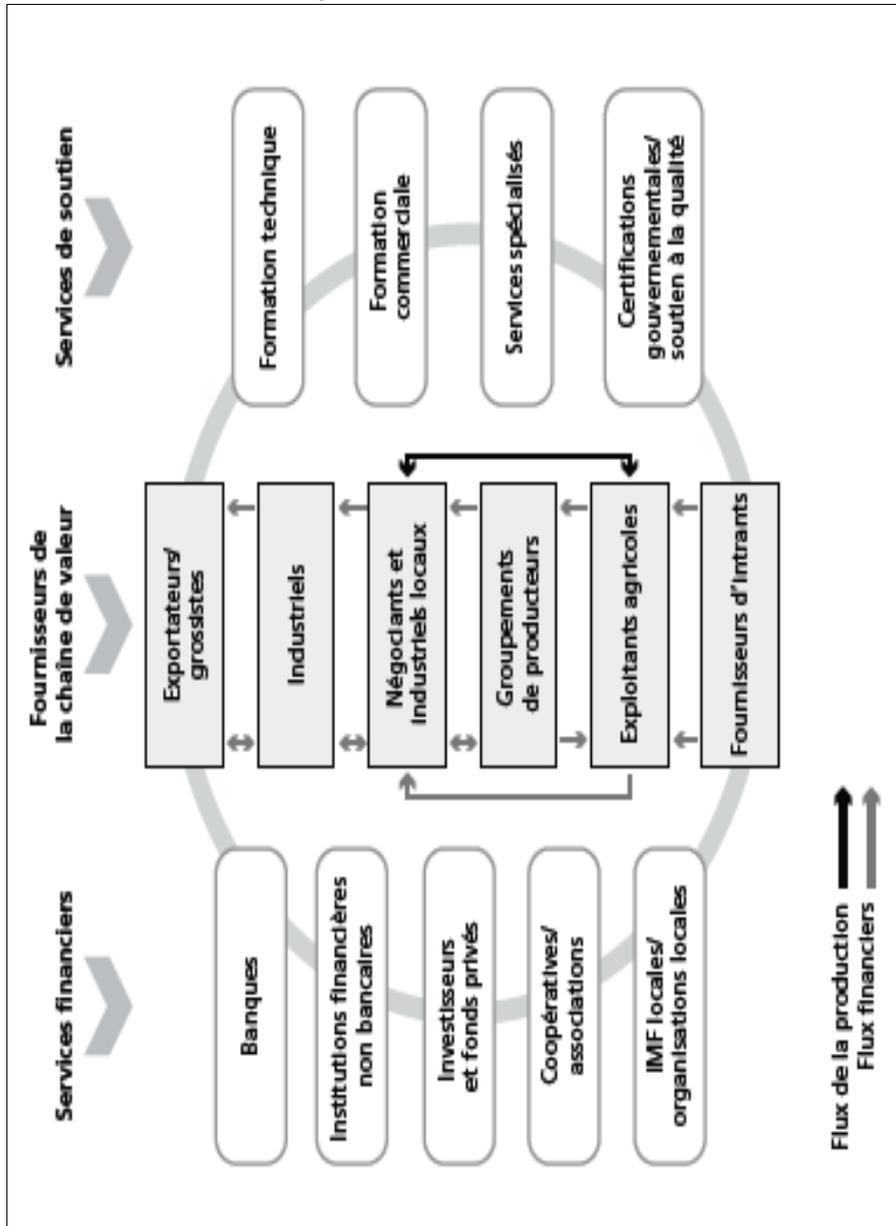


Figure 2. Description des flux réels et financiers dans la chaîne de valeur agricole.
Source : Miller & Jones (2013).

Bien que le développement des chaînes de valeur durables repose sur une diversité des principes pour différents produits, les CVA présentent quatre caractéristiques distinctives (Neven, 2015) :

- 1) « Nous faisons tous partie de la chaîne de valeur alimentaire. »
- 2) « Dans la plupart des pays en développement, l'agriculture et l'alimentation représentent une grande part de l'économie, sinon la plus grande, en particulier s'agissant du nombre de personnes qui en tirent un revenu. »
- 3) « La production alimentaire est étroitement liée à l'environnement naturel (sols, étendues d'eau, air, génétique) et au cycle biologique des plantes et des animaux. »
- 4) « En combinaison avec les points précédents, il est difficile de contrôler la qualité des produits alimentaires, tant en termes d'uniformité (principalement au stade de la production) qu'en termes de conservation (nature périssable). »

Le concept de chaîne de valeur est d'origine anglo-saxonne, « *value chain* ». Etant donné que la traduction exacte de « *filière* » en anglais n'existe presque pas (souvent traduit comme « *value chain* »), il y a un grand risque de confondre le concept de filière avec celui de chaîne de valeur (CSA, 2013). La différence entre les deux concepts réside dans leur utilisation et il faut souligner qu'ils se rapportent à des formes d'analyse distinctes. Le premier porte sur « une notion d'ensemble, au travers d'analyses de type systémique, alors que la chaîne de valeur renvoie plutôt à des analyses séquentielles, ou éclatées, des différents maillons de la chaîne de production » (CSA, 2013 ; Musabangani, 2017).

2.3.3 Activité, branche et secteur économique

Les acteurs économiques sont classés comme producteurs, consommateurs, institutions financières, et institutions gouvernementales (ou tout simplement gouvernement) selon l'activité économique¹⁶ de chacun. L'activité principale des producteurs (entrepreneurs) est la production de biens et services via la combinaison des facteurs de production (transformation des inputs en output), alors que celle des consommateurs est l'usage final des biens et services (consommation ou destruction par l'usage des biens et services). Les institutions financières produisent des services spécifiques, services financiers (épargne, crédit, assurance, etc.), alors l'activité principale du gouvernement est la provision des biens publics, biens et services d'intérêt commun (sécurité, routes, écoles, hôpitaux, par exemple) (Marshall, 1890).

Les entreprises qui fabriquent le même bien forment une branche économique (Médan, 2015). Pour Dudoule et Christian (2015), une branche ou un secteur est un regroupement d'activités ou d'entreprises ayant certaines caractéristiques communes, ou encore ensemble d'entreprises qui exercent la même activité principale. Pour eux, les concepts de « branche » et de « secteur » sont interchangeables, mais la branche décrit une approche technique de la production

¹⁶ L'activité économique est généralement liée à la production et à la consommation de biens et de services. Ces deux fonctions sont attribuées à la population économiquement active. L'activité économique d'une unité de production est le processus qui conduit à la fabrication d'un produit ou à la mise à disposition d'un service.

alors que le secteur se focalise sur les différentes décisions des agents économiques (financement, investissement, politique salariale, ...).

Suivant l'orientation générale des activités économiques, ces dernières sont regroupées en trois principaux secteurs économiques (Clark, 1940). Le secteur primaire concerne la collecte et l'exploitation directe de ressources naturelles et comprend l'agriculture, la pêche, l'exploitation forestière et l'exploitation minière. Le secteur primaire comprend donc les industries qui sont liées à l'extraction des ressources de la terre et à l'agriculture. Le secteur secondaire retient les industries de transformation et rassemble toutes les activités liées à la transformation des matières premières issues du secteur primaire. Les activités du secteur secondaire sont très variées et concernent notamment l'industrie du bois, l'industrie aéronautique, l'industrie électronique, etc. Quant au secteur tertiaire, il comprend les industries dites « de service » et essentiellement immatérielles (assurances, intermédiation, formation, études et recherche, administration, sécurité, services à la personne, nettoyage, ...). Clark (1940) dit que, lorsqu'un pays se développe, la population (au moins une grande partie) se déplace du secteur primaire vers le secteur secondaire, et puis du secondaire vers le tertiaire.

2.3.4 Exploitation agricole familiale et paysanne

L'exploitation agricole se définit comme « *une unité de production agricole où le chef d'exploitation combine la force de travail (familiale et payée), les surfaces agricoles, les plantations, le cheptel, les bâtiments d'exploitation, les matériels et l'outillage et met ainsi en œuvre son système de production* » (Dufumier, 1996 ; Musabanganji, 2017).

Selon Hervieu et Purseigle (2013) et Chia et al. (2014), les exploitations agricoles prennent trois formes¹⁷, à savoir l'agriculture familiale, l'agriculture de firme, et l'agriculture sans terre. Dans cette ligne d'idées, Hoppe et MacDonald (2013) distinguent, en faisant référence à l'appareil statistique national des États-Unis, quatre catégories d'exploitation agricole selon leur taille et leur caractère familial à savoir (1) les petites exploitations familiales (« *small family farms* »), (2) les moyennes exploitations familiales (« *midsized family farms* »), (3) les grandes exploitations familiales (« *large-scale family farms* »), et (4) les exploitations non familiales (« *non-family farms* »). Suivant leur caractère professionnel, Hoppe & MacDonald (2013) et BAD (2013) les ont classées comme suit : (1) les exploitations commerciales (« *commercial farms* »), (2) les exploitations intermédiaires ou semi-commerciales (« *intermediate farms* »), et (3) les exploitations résidentielles rurales ou exploitations de subsistance (« *rural residence farms* »).

Il faut aussi noter l'importance relative de ces trois formes dans la région en dynamique de développement en comparaison avec la région en retard. Hazell (2014) souligne que, dans le contexte de croissance économique et urbanisation, « *une grande part des petites exploitations agricoles commerciales peuvent prospérer en se diversifiant dans une agriculture à forte valeur ajoutée. Les petites exploitations qui ont le plus de chance de succès tendent à être implantées dans les*

¹⁷ Les différentes formes et les caractéristiques principales des exploitations agricoles sont bien détaillées dans le tableau 2.

régions offrant un fort potentiel agricole et un accès au marché. Au fil du temps, certaines petites fermes tournées vers le marché deviendront de grandes exploitations, tandis que d'autres rejoindront le groupe des exploitations en transition ou abandonneront avec profit l'agriculture pour pratiquer des activités non-agricoles ». La figure 3 compare l'importance des petites exploitations agricoles tant dans une région en dynamique de développement (« *dynamic region* ») que dans une région en retard de développement (« *lagging region* »).

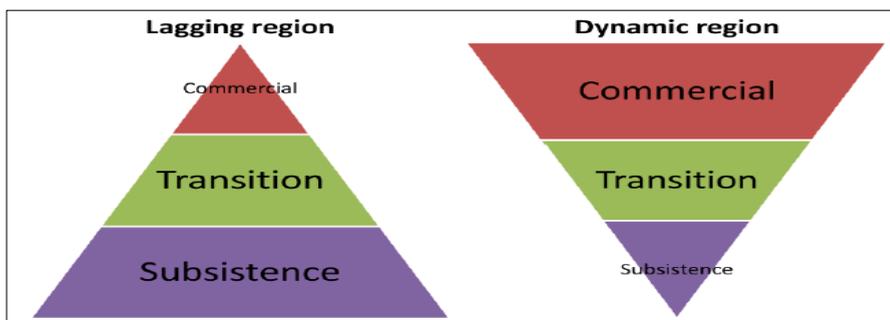


Figure 3. Importance relative des trois groupes de petites exploitations agricoles.
Source : Hazell (2014).

S'agissant de la typologie des exploitations agricoles, Ferraton & Touzard (2009) en distinguent quatre catégories principales : « (i) *exploitation agricole familiale dans laquelle les membres de la famille du chef de ménage fournissent l'essentiel de la main-d'œuvre requise pour la mise en œuvre du système de production ; (ii) exploitation agricole capitaliste dans laquelle seul le personnel salarié fournit la force de travail nécessaire pour la mise en œuvre du système de production ; (iii) exploitation agricole extensive qui est un système de production qui exige peu de travail, peu d'intrants à l'unité de surface (exploitation qualifiée de faible valeur ajoutée à l'unité de surface) ; et (iv) exploitation agricole intensive qui est un système de production qui exige de grandes quantités de travail et d'intrants à l'unité de surface et qui crée une très forte valeur ajoutée à l'hectare ». Il faut aussi noter que les « petites exploitations familiales reposent généralement sur des systèmes économiques combinant une production destinée à l'autoconsommation et une production orientée vers les marchés » (Guèye et al., 2013).*

L'agriculture familiale¹⁸, dominée par l'agriculture paysanne, se définit comme une forme d'organisation de la production agricole caractérisée par (1) des liens organiques entre la famille et l'unité de production et (2) une mobilisation du travail familial excluant le salariat permanent (Narayanan & Gulati, 2002 ; Remidi, 2014). Remidi (2014) et AVSF (2014) présentent les caractéristiques¹⁹ des exploitations agricoles familiales comme suit :

¹⁸ Voir la classification des exploitations agricoles d'Hervieu et Pursegile (2013) adapté par Chia et al. (2014).

¹⁹ Vous pouvez consulter Groupe d'Experts de Haut Niveau (2013) pour les détails sur les caractéristiques des petites exploitations agricoles. Les définitions comparées des petites exploitations agricoles à travers les différentes régions du monde sont présentées par Bélières et al. (2013).

- Des exploitations de petites tailles, qui permettent une répartition équitable du foncier ;
- Elles présentent une grande capacité d'adaptation par leur connaissance des milieux, en valorisant des territoires fragiles, non accessibles à une agriculture industrialisée ;
- Mise en place de systèmes de production en adéquation avec l'environnement. Ce qui permet la conservation de la biodiversité naturelle ;
- Une production diversifiée qui répond aux besoins des consommateurs et qui permet une commercialisation de proximité ;
- Des exploitations qui pratiquent la « pluriactivité », qui combinent souvent la mission de production agricole avec d'autres activités du monde rural ;
- Des exploitations fortement ancrées dans un territoire, une région ; elles représentent un patrimoine culturel et identitaire de ces régions.

Cependant, AVSF (2014) souligne que certaines exploitations familiales ne sont pas paysannes. L'agriculture paysanne est spécifique en ce que les paysans se rattachent à la terre – ou aux territoires où ils sont vigoureusement fixés, la culture à laquelle ils sont profondément attachés, ainsi que les règles d'usage des ressources souvent historiques. En revanche, certains agriculteurs familiaux ont quelquefois des logiques d'intensification basées sur un usage intensif du capital et d'intrants chimiques. Ils peuvent mener une spécialisation parfois excessive sur une culture ou un élevage au détriment de la diversification. L'exploitant agricole peut déployer ses efforts pour étendre la taille de la terre exploitée à l'atteinte d'une répartition équitable de la terre qui permette aussi aux jeunes de s'investir dans la production agricole. C'est alors cette forme d'agriculture familiale qui n'est plus qualifiée de paysanne.

Dans les pays en voie de développement, l'agriculture est dominée par les petites exploitations familiales dont la taille moyenne est de moins d'un hectare, et cette superficie continue de diminuer surtout dans les pays à revenu faible. Au niveau mondial, les petites exploitations agricoles s'élèvent à 72% de toutes les exploitations et ne couvrent que 8% de la totalité des terres arables, alors que 1% des exploitations agricoles sont plus grandes (plus de 50 ha) et s'accaparent de plus de 65% de toutes les terres arables (FAO, 2015). Selon Bruil (2014), les exploitations agricoles familiales emploient et nourrissent les deux tiers de la population africaine et exploitent 62% des terres, et les « agriculteurs familiaux sont présents le long de l'éventail des producteurs alimentaires en Afrique : des producteurs de bétail aux producteurs agricoles et des producteurs de denrées aux producteurs de cultures de rente, et ils produisent aussi bien pour leur subsistance que pour les marchés locaux ».

Concernant le cycle de vie d'une exploitation agricole (voir Figure 4), Chia (1987) en a défini quatre phases :

- « *la phase d'installation du jeune agriculteur (I) ou démarrage de l'exploitation. La priorité va être la construction de l'appareil de production de la nouvelle exploitation* » ;
- « *la phase de transition (II), durant laquelle l'agriculteur cherche à stabiliser la construction de l'exploitation* » ;

- « la phase de stabilisation et de croissance (III), quand l'exploitation a atteint sa vitesse de croisière et peut réaliser des investissements » ;
- « la phase de déclin (IV), lorsque l'agriculteur proche de la retraite ne renouvelle plus son appareil de production s'il n'a pas de successeur ».

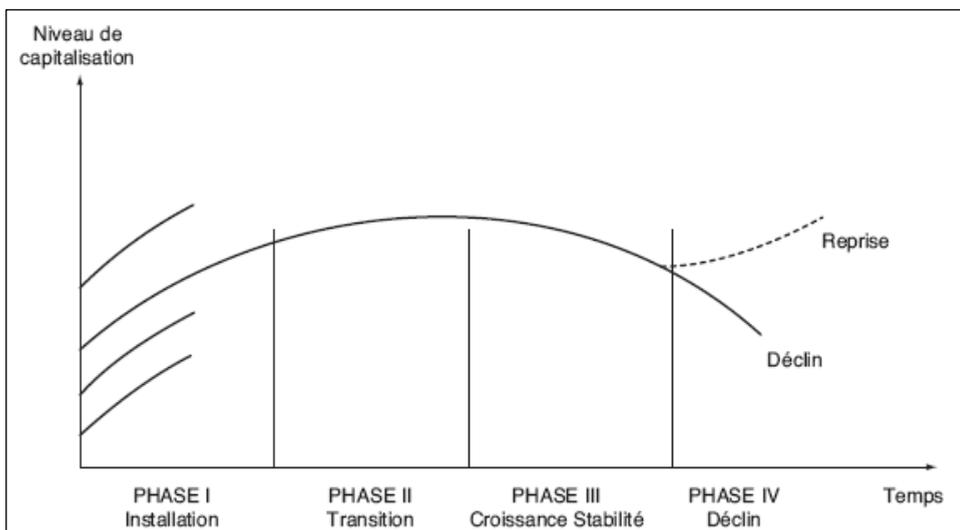


Figure 4. Cycle de vie d'une exploitation agricole familiale.

Source : Chia (1987), Brossier et al. (1997), and Gafsi et al. (2007)

2.3.5 Les petites exploitations agricoles : définitions, caractéristiques et modèles classiques d'organisation productive

Selon les experts de la FAO, « *Les petits exploitants sont de petits agriculteurs, éleveurs, forestiers, pêcheurs qui gèrent des espaces allant de moins d'un hectare à 10 hectares. Leurs motivations sont centrées sur la famille, ce qui favorise la stabilité du système agricole, la famille produisant et utilisant une partie des récoltes pour sa consommation* » (FAO, 2013). Mais cette définition de la petite exploitation agricole a connu beaucoup de discussions ; elle doit ainsi être adaptée aux différents contextes dans le monde (Rémy, 2007).

Au Rwanda, l'agriculture est dominée par les petites exploitations²⁰ dont la taille moyenne est de 0,6 hectares qui sont souvent une somme de 3 ou quatre parcelles (NISR, 2018c). Plus ou moins 50% des ménages ruraux exploitent la terre de moins de 0,35 hectares, et 85% possèdent des exploitations de 1,0 hectare au plus (MINAGRI, 2018). La motivation des exploitants agricoles au Rwanda est de prime abord la subsistance (NISR, 2018c). Dans toutes ces conditions, les exploitations agricoles au Rwanda sont bien qualifiées comme *petites*. Le tableau 3 décrit

²⁰ Notre étude porte sur les petites exploitations agricoles. Dans notre échantillon, nous avons sélectionné une exploitation principale au niveau de chaque ménage.

généralement les systèmes de production des petites exploitations agricoles dans le monde.

Tableau 3. Modèles classiques d'organisation de la production des petites exploitations agricoles.

Modèle	Moteur de l'organisation	Motivations
Piloté par producteur	<ul style="list-style-type: none"> · petits producteurs, tout particulièrement quand ils sont regroupés dans des associations ou des coopératives · gros exploitants agricoles 	<ul style="list-style-type: none"> · accès à de nouveaux marchés · prix de marché plus élevés · stabiliser et garantir la position sur le marché
Piloté par acheteur	<ul style="list-style-type: none"> · industries agroalimentaires (transformateurs) · exportateurs · détaillants · négociants, grossistes et autres acteurs du marché 	<ul style="list-style-type: none"> · approvisionnement · augmentation des volumes d'approvisionnement · approvisionnement à des clients avertis – prise en compte des niches et intérêts commerciaux
Piloté par facilitateur	<ul style="list-style-type: none"> · ONG et autres agences de soutien, gouvernements et collectivités locales · entreprises leader 	<ul style="list-style-type: none"> · faire fonctionner des marchés pour les plus pauvres · développement régional et local · nouveaux marchés à valeur ajoutée plus élevée
Intégré	<ul style="list-style-type: none"> · supermarchés · multinationales 	<ul style="list-style-type: none"> · prix contenus et bonne qualité · monopoles de marché

Source : Miller & Jones (2013), BAD (2013).

En raison des nombreux facteurs qui gênent les activités menées par les petits exploitants agricoles, les vendeurs (aussi gros que petits) et les consommateurs tendent à choisir les gros fournisseurs, et ceci a conduit Miller et Jones (2013) à définir les différentes caractéristiques des petits exploitants agricoles. Selon ces auteurs, les petites exploitations agricoles se distinguent par les spécificités suivantes (Miller & Jones, 2013) : «

- peuvent ne pas toujours être bien organisés ;
- peuvent ne pas faire preuve d'un engagement suffisant ;
- peuvent occasionner des coûts de transaction plus élevés ;
- peuvent rendre les risques plus élevés, comme dans le cas de ventes parallèles ;
- manquent à la fois de capacité technique et de technologie permettant d'assurer une quantité et une qualité de production élevées et adéquates ;
- tendent à manquer de ressources et de capacités organisationnelles permettant une livraison des produits dans les délais habituellement requis. »

Spécifiquement pour le Rwanda, les exploitants agricoles font face à un problème très ardu de faible disponibilité des terres arables et « l'exiguïté du territoire

national qui n'offre pas d'alternatives quant à l'augmentation des terres cultivables » (UNCCD, 2004), aggravé par la forte croissance démographique (André, 1997) avec un taux de croissance annuelle de 2,6% (NISR, 2012a), ce qui conduit à une densité de la population de 434 habitants par km² en 2015 et à classer le Rwanda comme l'un des pays les plus densément peuplés au monde. Cela est à la base du morcellement continu des parcelles, observé actuellement (NISR, 2016b).

En raison de l'utilisation limitée des semences améliorées et d'autres intrants, l'agriculture rwandaise se caractérise par de faibles rendements (MINAGRI, 2013). A ce niveau faible de productivité s'ajoutent un risque élevé d'érosion avec 90% de terres cultivables sur des pentes raides allant de 5% à 55% (MINAGRI, 2013), et un niveau élevé d'insécurité alimentaire allant de 25 à 50% des ménages dans certaines zones rurales (NISR, 2016c). Cette situation montre que la transformation agricole reste une exigence particulière pour trouver des réponses à ces défis. A moyen terme, l'objectif de la transformation agricole est de développer le secteur agricole au Rwanda basé sur l'agriculture de subsistance en un secteur orienté vers le marché qui peut générer des revenus et contribuer au développement de l'économie nationale (MINAGRI, 2013). Dans ce sens, Cantore (2011) rapporte que l'augmentation de la productivité agricole et la prévention de l'insécurité alimentaire au Rwanda dépendront de la mise en œuvre d'interventions politiques et de mesures stratégiques appropriées. C'est pour cette raison qu'*« il faut un cadre politique, stratégique et institutionnel favorisant de nouvelles techniques innovantes afin de transformer le secteur agricole et ainsi stimuler la production agricole, réduire la dépendance aux importations et assurer la sécurité alimentaire de sa population croissante »* (Musabanganji, 2017).

2.3.6 Systèmes techniques de l'agriculture et leurs implications environnementales

Bien que notre étude focalise sur la productivité, l'efficacité, la rentabilité et les conditions de vie des exploitants agricoles à petite échelle, il s'avèrerait important de discuter un peu la place de la dimension environnementale dans le développement agricole. La figure 5 décrit les systèmes de techniques agricoles et leurs effets sur l'environnement. De gauche à droite, la figure montre les facteurs qui expliquent l'indépendance ou la dépendance du système agricole aux intrants chimiques. Par contre, de bas en haut, la figure montre les effets de la dépendance (ou non) du système agricole aux intrants chimiques sur l'environnement.

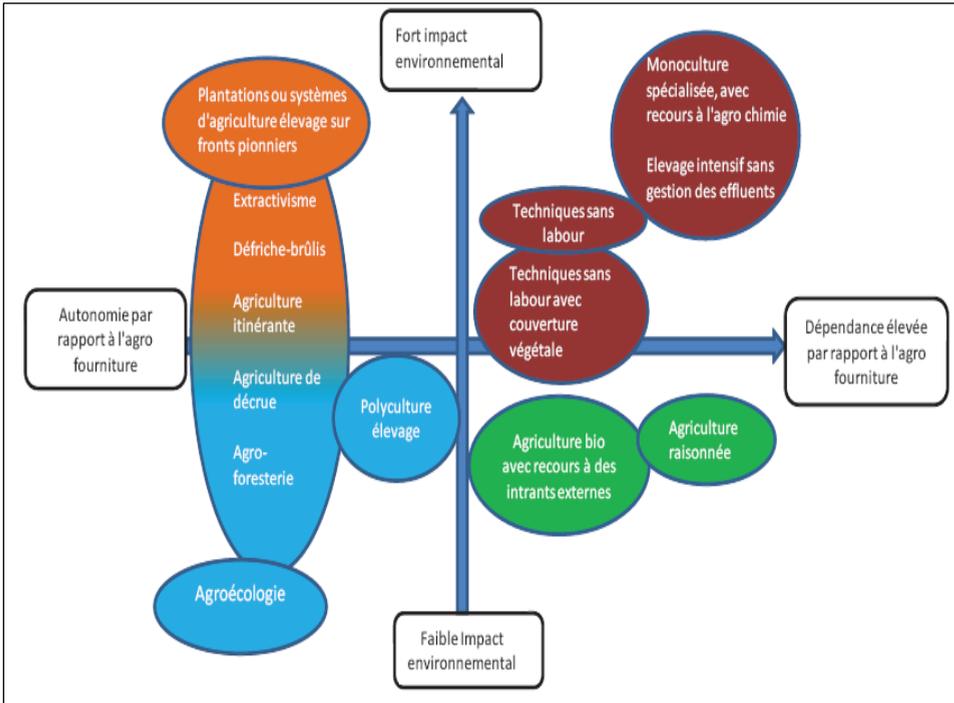


Figure 5. Systèmes techniques de l'agriculture et leurs implications environnementales.
Source : CIRAD (2013).

Etant donné une adoption progressive des technologies et pratiques modernes par les exploitants agricoles (NISR, 2018c), nous pouvons aligner les initiatives de développement agricole au Rwanda (les programmes, les projets, les politiques et les stratégies) aux systèmes techniques de l'exploitation agricole et observer ou circonscrire les effets de chacune des techniques agricoles sélectionnée, référence faite à la figure 5. A titre d'exemple, l'usage des intrants modernes (fertilisants) et semences des variétés à haut rendement permet de situer l'agriculture rwandaise en position de dépendance élevée face à l'agrofourriture avec d'importants effets négatifs sur l'environnement (coin haut droit de la figure 5), à l'exception de la monoculture, étant donné que les agriculteurs échantillonnés pratiquent majoritairement la culture pure sur toute la parcelle, suivant l'ordre de rotation décrit dans la section 6.2.1 au chapitre 6. Il faut aussi noter qu'il y a des mesures d'accompagnement visant à limiter ou réduire les effets de l'agriculture sur l'environnement, comme par exemple, l'adoption de l'agroforesterie pour lutter contre l'érosion.

En complément du cycle de vie d'une exploitation agricole (voir Figure 4) et leurs modèles classiques d'organisation de la production (voir Tableau 3), le tableau 4 aide à expliquer et à comprendre les différentes situations d'exercice de l'activité agricole d'une personne physique.

Tableau 4. Les différentes situations d'exercice de l'activité agricole d'une personne physique.

Nombre de métiers	Salarié		Travailleur indépendant	
	Un employeur	Plusieurs employeurs	Une activité sous statut indépendant	Plusieurs activités sous statut indépendant
Concerne un seul métier	1 Salariat Classique : Intérim, groupement employeurs, etc.	3 Un seul métier exercé en multisalariat (ex. employée de maison).	5 [Exploitation agricole source de revenus, avec activité agricole exclusive]	7 [Exploitation agricole source de revenus et autre activité agricole pendante (par ex. Entreprise de travaux agricoles)]
	2 Polyvalence-Intérim, groupement d'employeurs, etc.	4 Multisalariat multiprofessionnel (ex. combinaison d'emplois saisonniers)	6 [Exploitation agricole source de revenus avec activités autres assimilées à l'activité agricole (par ex. tourisme)]	8 [Exploitation agricole source de revenus et autre activité (par ex. commerce)]
Concerne un seul métier	9 [Exploitation agricole source de revenu et ouvrier agricole]	11 [Chômeur ayant une petite exploitation agricole dégageant des revenus]	13 [[Chômeur ayant une petite exploitation agricole dégageant des revenus]]	15 [[Par exemple production pour consommation familiale ou exploitations agricoles d'agrément]]
	10 [Exploitation agricole source de revenus et autre activité salariée]	12 [Chômeur ayant une petite exploitation dégageant des revenus et effectuant de petits travaux annexes]		

Note : [...] signifie « situations concernant les exploitations agricoles » ; [...] implique que les situations ne sont pas définies comme exploitations agricoles.

Source : Laurent (1999) ; Blanchemanche et al. (2000).

2.4 Fondements empiriques et mesures de productivité, efficacité et profitabilité dans le domaine agricole

Dans les systèmes agroalimentaires, la productivité se mesure en faisant le rapport entre la quantité d'un produit et la quantité d'un ou de plusieurs facteurs utilisés dans la production (Ghersa, 1992). La croissance de la productivité agricole dépend non seulement des facteurs de production employés et de la capacité du fermier, mais aussi de l'environnement social, politique, commercial et institutionnel dans lequel il fonctionne (Todaro & Smith, 2009).

L'augmentation de la production agricole est le résultat d'une combinaison de deux facteurs : la quantité de facteurs de production (terre, capital, travail) utilisés et l'amélioration de l'efficacité d'utilisation de ces facteurs, grâce au progrès technique et organisationnel ou à la suite d'une meilleure qualification de la main d'œuvre. La productivité mesure le deuxième facteur, c'est-à-dire l'efficacité du processus de production.

En théorie, l'augmentation de la productivité peut augmenter le revenu des producteurs et le pouvoir d'achat des consommateurs, en réduisant les coûts unitaires de production. Elle stimule la production et la consommation, et est donc le principal moteur de la croissance économique et de l'amélioration du niveau de vie à moyen terme. L'augmentation de la productivité agricole est un enjeu crucial pour de nombreux pays en développement, où un grand nombre de travailleurs sont engagés dans les travaux agricoles et où une part importante des revenus des ménages est affectée à l'alimentation. Dans de telles circonstances, il est compréhensible que le constat d'un ralentissement du taux de croissance du rendement dans le monde, ou du moins dans les pays développés, ait suscité un certain degré d'alarmisme parmi le public et chez les décideurs politiques. Dans le même temps, dans une perspective de développement durable, de nombreux experts doutent que l'augmentation de la productivité agricole réalisée jusqu'à présent puisse être coordonnée avec la protection des ressources et de la biodiversité, et même de la qualité de la vie humaine.

2.4.1 Fondements de la productivité des exploitations agricoles

La productivité se définit, dans l'analyse économique, comme « le surcroît de production induit par un accroissement infinitésimal de la quantité utilisée du facteur » (Gayant, 2014). Ceci se réfère bien à la productivité marginale d'un facteur de production, contrairement à la productivité moyenne qui est aussi appelé « rendement » (Généreux, 2001).

En économie agricole, l'importance de la productivité a été expliquée comme source de croissance de la production agricole, de l'emploi et des revenus des agriculteurs dans les pays en développement, la raison pour laquelle les partenaires du développement agricoles prônent la croissance soutenue de la production et de la productivité de ce secteur (Douillet & Girard, 2013). La productivité est dans ce sens définie simplement comme la valeur de la production totale d'une unité de terre (Deolalikar, 1981 ; Piette, 2006).

Différentes études ont révélé que la productivité agricole dépend des différents facteurs (terre, eau, intrants, travail, capital), ainsi que de l'efficacité d'utilisation de ces ressources dans le processus de production (Douillet & Girard, 2013). Fuglie et Rada (2013) proposent que l'« on peut jouer sur plusieurs leviers pour accroître la productivité totale : la recherche et la vulgarisation, la formation en milieu rural, la qualité des ressources, les infrastructures et les institutions ». La figure 6 identifie les sources de croissance et les leviers de la productivité dans le secteur agricole.

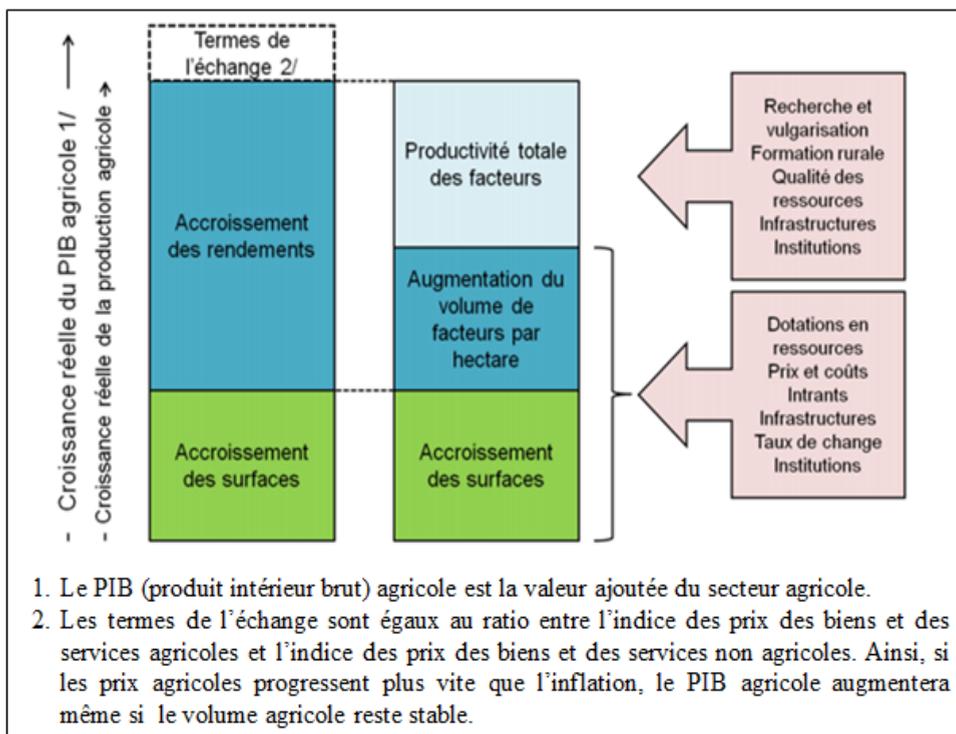


Figure 6. Les sources de croissance agricole et les leviers d'amélioration de la productivité.
Source : Douillet et Girard (2013).

2.4.1.1 Productivité de la terre

La terre est un facteur de production des exploitations agricoles au même titre que le capital et le travail. Sa productivité mesure la production issue de l'utilisation d'une unité additionnelle de ce facteur, la raison pour laquelle elle est dite de « productivité partielle ». Elle se calcule en divisant la production agricole de l'ensemble²¹ des cultures réalisées sur une même parcelle au cours d'une année par la quantité de la terre exploitée (en général, une surface exprimée en hectares)

²¹ Ce point est important, car les agriculteurs, dans les pays tropicaux, font souvent, en une année, plusieurs récoltes sur la même parcelle par la rotation ou l'association des cultures. Dans le cas de l'association des cultures, la productivité peut être mesurée à l'aide de provision en (kilo-) calories par hectare (Paillard et al., 2014).

(Douillet & Girard, 2013). La productivité de la terre peut aussi être estimée en termes monétaires ou en calories surtout si l'on veut faire des comparaisons entre les cultures, les régions, les pays, les saisons, etc. (Paillard et al., 2014).

Cependant, de nombreux auteurs utilisent à tort le terme de « productivité » comme synonyme de « rendement ». On peut dire que cette confusion est due au fait que l'augmentation de la production a été le moteur de la croissance de la production alimentaire mondiale au cours des 50 dernières années (IFPRI, 2013).

La productivité des terres peut être évaluée en exprimant la production agricole en termes monétaires. Cela n'est pas sans poser de problèmes, surtout si l'on veut faire des comparaisons internationales et pluriannuelles. Une alternative originale consiste à traiter les calories comme une unité commune (Agrimonde, 2010). Tous les rendements des cultures pour l'alimentation humaine et animale sont ensuite convertis en calories. En conséquence, on obtient une image globale de la production, des échanges et de la consommation des biomasses alimentaires. Selon Dorin (2013), au cours de la période 2005-2007, la quantité moyenne de calories par hectare de culture dans le monde variait de 1 à 4, selon les régions : c'est en Océanie qu'elle est la plus faible, avec 7.700 kcal²²/ha/jour, et en Asie qu'elle est la plus élevée, atteignant 29.800 kcal/ha/jour.

La productivité des terres, mesurée en calories végétales par hectare, n'est pas nécessairement plus faible dans les pays en développement que dans les pays développés. Elle est légèrement plus forte en Asie qu'en Europe. En Amérique latine, elle n'est presque pas inférieure à celle de l'Amérique du Nord. Le continent africain est à la traîne, mais il produit en moyenne plus de calories végétales par hectare de terre arable que l'ex-Union Soviétique et l'Océanie.

Selon D'Agostino et al. (2008), le rendement agricole se définit comme une mesure de la productivité physique de la terre exploitée qui indique la quantité produite sur un hectare de terres exploitées. C'est un indicateur de la contribution d'une certaine quantité du capital (comme des hectares de terre) au rendement (comme le nombre de tonnes par hectare). L'amélioration de la productivité physique est un objectif clé des politiques agricoles dans de nombreux pays et semble être un moyen important pour améliorer l'efficacité et la compétitivité du secteur agro-alimentaire (OCDE, 2012).

2.4.1.2 Productivité du travail

La productivité du travail est un autre indicateur de productivité partielle. Elle est calculée en divisant la production totale par la quantité de travail utilisée. Celle-ci est généralement exprimée en termes de nombre de travailleurs ou d'heures de travail.

La différence de productivité du travail agricole dans le monde est bien plus grande que la différence de productivité des terres. C'est la principale différence entre les pays développés et les pays en développement. Si l'on considère les cultures vivrières, entre 2005-2007, un ouvrier agricole en Afrique subsaharienne

²² kcal=kilocalories.

produisait en moyenne 12.200 kcal végétales par jour, alors qu'en Amérique du Nord c'était près de 1,8 million kcal végétales par jour, soit un ratio de 1 à 146 (Dorin, 2013).

La différence de productivité du travail agricole reflète que la superficie de terres arables par ouvrier agricole entre l'Asie et l'Océanie varie de 1 à 165, tandis que le rendement moyen par hectare oscille entre 1 et 4 entre l'Océanie et l'Asie (en équivalent calories végétales). Les superficies plus élevées de terres arables par travailleur agricole dans les pays développés sont le résultat de leur mode de peuplement (Amérique du Nord, Océanie) et de leur histoire économique. Pendant plus de deux siècles, le déplacement à grande échelle de la population active de l'agriculture vers l'industrie et les services a marqué cette histoire.

Selon Charroin et al. (2012), la productivité du travail peut être définie de deux manières : la « productivité physique » qui mesure le volume de biens produit par une unité de main-d'œuvre (UMO)²³ et la « productivité économique » qui s'efforce d'évaluer la fortune générée par UMO. Quant à Affilé & Gentil (2010), la productivité du travail peut se calculer par tête (le rapport de la production ou valeur ajoutée sur le nombre de travailleurs) ou par heure de travail effectué (production ou valeur ajoutée sur le nombre d'heures travaillées). Au sens large, la productivité du travail (encore connu comme rendement du travail ou productivité physique) est la production par le nombre d'unités produites, qui peut être par tête ou horaire selon le dénominateur utilisé pour le calcul.

2.4.1.3 Productivité totale des facteurs

Concept fondamental en économie, la productivité totale des facteurs (PTF)²⁴ est le rapport entre la production totale et la quantité totale de facteurs de production employée (Douillet & Girard, 2013). Dans ce sens, la croissance de la productivité est assurée au moyen d'une utilisation plus efficiente des facteurs (FAO, 2000). Pour l'agriculture, les facteurs de production incluent normalement la terre, le travail, le capital physique²⁵, les intrants (semences, engrais, pesticides, eau, etc.), ainsi que le capital humain (éducation, santé) (Douillet & Girard, 2013).

La PTF est restée intéressante du fait qu'elle est non seulement considérée comme la mesure appropriée de l'efficacité de la production agricole, mais elle est aussi devenue le levier de la croissance de la production agricole à l'échelle mondiale. Depuis des années 1990, l'amélioration de la PTF est plus utilisée que l'accroissement du volume des facteurs de production pour mesurer la hausse de la production agricole (Fuglie et al., 2012). C'est ainsi que Douillet et Girard (2013) ont souligné que « *La productivité totale des facteurs est sans conteste l'indicateur le mieux adapté pour évaluer l'efficacité globale du processus de production. Elle seule informe sur la part de la croissance de la production imputable aux*

²³ Une unité de main-d'œuvre (UMO) est pour toute personne majeure « à temps plein » sur l'exploitation, quel que soit son âge (même si son temps réel de travail dépasse largement les normes en vigueur pour le travail salarié) (Charroin et al., 2012).

²⁴ Les détails sur la mesure de la PTF se trouvent dans le point 4.3.7 du chapitre 4.

²⁵ Le capital physique comprend les infrastructures comme l'aménagement des terres (terrasses radicales, progressives, etc., agroforesterie), réseau d'eau d'irrigation, réseau routier, marché, facilités de séchage et de stockage, etc.

innovations, c'est-à-dire au progrès technique et organisationnel, et à l'amélioration de la qualification de la main d'œuvre ». L'étude a révélé qu'au cours de la période, la productivité totale des facteurs a connu une croissance négative, en particulier dans les pays africains francophones. L'analyse montre que si l'évolution des niveaux d'efficacité technique est relativement satisfaisante (Nkamleu, 2004), la faible performance de productivité peut être attribuée à un retard technologique.

2.4.1.4 Brève présentation de recherches récentes sur la productivité des exploitations agricoles

Différentes études ont été conduites pour analyser la performance du secteur agricole. De tous les secteurs de l'économie, c'est l'agriculture qui a connu l'accroissement le plus rapide de la productivité du travail au cours des cinquante dernières années. En France, « *Les agriculteurs ont adapté leurs structures et systèmes de production en utilisant plus d'intrants et de capitaux pour accroître la productivité de leur travail avec pour objectif de maintenir leur revenu* » (Charroin et al., 2012).

Suivant le précepte que le bien-être des petits exploitants agricoles s'améliore s'ils travaillent ensemble, l'analyse a montré que les stations de lavage du café « *coffee washing stations, CWSs* » pouvoient les services dans les domaines économique, agronomique et social à leurs membres et contribuent ainsi à l'accroissement de la productivité et, partant, a conclu que l'adhésion aux coopératives pourrait favoriser l'accroissement de productivité des exploitants agricoles (Ortega et al., 2016 ; Ortega et al., 2019 ; Maniriho, 2021).

Les études sur la gestion de la fertilité des sols ont montré que la combinaison des sources de nutriments minéraux et organiques fournit de meilleurs rendements que l'utilisation d'une seule source (Bekunda, 1999). La rénovation de la fertilité des sols en Afrique subsaharienne (ASS) est progressivement considérée comme la pierre angulaire du processus d'élimination de la pauvreté. Des pratiques agricoles intensives devraient être adoptées et mises en œuvre sans délai. Outre l'intensification, une croissance soutenue de la productivité agricole et de meilleures conditions de bien-être en milieu rural ne peuvent être obtenues sans un investissement adéquat dans des techniques appropriées de fertilité des sols (Place et al., 2003).

La fertilité du sol est la source principale de sa productivité, la fertilité étant à son tour déterminée par la profondeur des terres arables ainsi que par la conservation de sa composition minérale et organique (Vlek et al., 1997). De nombreux problèmes conduisent à la nécessité d'une intensification durable de l'agriculture : très faible productivité, taux de croissance démographique élevé, activités humaines extrêmement préjudiciables pour l'environnement, les terres non cultivées ayant une valeur de biodiversité spécifiquement dans les pays d'ASS (Pretty et al., 2011 ; Vanlauwe et al., 2014). Il est également important de noter que des problèmes de sécurité alimentaire persistent en Afrique subsaharienne en raison de l'absence de pratiques appropriées sur des sols fragiles (Omotayo & Chukwuka, 2009).

L'augmentation de la population, particulièrement dans les zones urbaines, entraîne une perte importante d'éléments nutritifs dans les produits alimentaires récoltés en milieu rural en raison de la dégradation de la fertilité des sols. Les estimations des pertes d'éléments nutritifs dans les sols en Afrique subsaharienne sont très élevées. En revanche, la situation est plus prometteuse en Asie et en Amérique latine, où l'utilisation d'engrais est dix fois supérieure à celle utilisée dans les pays d'Afrique subsaharienne (Vlek et al., 1997). Une partie de la solution à apporter pour atteindre une productivité du sol rapide et un environnement rural bien protégé consiste à gérer plus efficacement l'eau, les éléments nutritifs organiques du sol et le renouvellement de la fertilité du sol (Roose & Ndayizigiye, 1997).

À la suite de l'énorme diminution de la disponibilité de terres par habitant dans les pays tropicaux, le système de culture intercalaire a été proposé pour des cultures largement espacées (maïs, sorgho, pois cajan et mil), de manière à augmenter la productivité de la même parcelle et la demande croissante de produits alimentaires (Prasad & Power, 1997). Harrison (2016) souligne que l'intervention énergique de l'Etat en conjonction avec l'injection soutenue des ressources dans le secteur agricole sont les seuls piliers qui permettront l'accroissement de la productivité et des revenus en croissance stable dans les petites exploitations agricoles. Il est également important de noter que des problèmes de sécurité alimentaire persistent en Afrique subsaharienne en raison de l'absence de pratiques appropriées sur des sols fragiles (Omotayo & Chukwuka, 2009). Les pesticides ont été adoptés et apportent une contribution souveraine au maintien des rendements et à la protection des plantes contre les maladies et les ravageurs (Carvalho, 2006) s'ils sont pratiqués dans les proportions bien contrôlées (Zweig, 2013).

Il a été constaté que la productivité agricole est donc positivement corrélée avec l'éducation, la recherche et développement, le commerce et la concurrence (ou tout simplement innovation), le capital (voir Englander & Gurney, 1994), alors qu'elle est négativement corrélée avec l'érosion du sol (Troeh et al., 1991 ; Jones et al., 1997 ; Pender & Kerr, 1998 ; Bekele & Drake, 2003) et l'utilisation des engrais dans des proportions acceptables (Vlek et al., 1997). Il a également été souligné que les engrais organiques et les éléments nutritifs du sol étaient parmi les principaux facteurs d'augmentation de la productivité des cultures (Nilsson et al., 2019) et que l'effet positif de l'utilisation d'engrais minéraux était la principale technologie utilisée pour apporter, en temps opportun et de manière optimale, les éléments nutritifs du sol (Palm et al., 1997). De plus, l'adoption de l'intensification du rendement, de variétés à rendement élevé, de l'utilisation régulière d'engrais et de l'irrigation affecte le rendement agricole (Zhu & Chen, 2002). Enfin, Hermelin (2006) explique que la faiblesse des dépenses de l'Etat dans le domaine agricole dans les pays en développement serait l'une des explications de la productivité agricole faible dans ces pays.

2.4.2 Fondements empiriques de l'efficacité et de l'efficience des exploitations agricoles

De manière générale, l'efficacité (« *effectiveness* ») tend à mesurer l'utilisation optimale des ressources ou l'atteinte d'objectifs prédéfinis, alors que l'efficience (« *efficiency* ») mesure le niveau de performance du résultat obtenu en fonction des

ressources consommées (Fontan, 2008). Nous avons présenté succinctement les études empiriques sur l'efficacité des exploitations agricoles (point 2.4.2.1) et sur l'efficace de l'utilisation des ressources dans la production agricole (point 2.4.2.2).

2.4.2.1 Etudes empiriques sur l'efficacité des exploitations agricoles

La mesure de l'efficacité a été utilisée pour la première fois par Koopmans (1951) dans ses travaux relatifs à l'analyse de la production, et par Debreu (1951) qui a inventé le coefficient d'utilisation des ressources. Par après, Farrell (1957) a confirmé que l'efficacité d'une unité de production peut être empiriquement dénombrée et suggère le premier une méthode radiale d'estimation des frontières d'efficacité à l'aide d'observations sur une activité de production dans le monde réel.

L'efficacité agricole est affectée positivement par le choix de la variété, du nombre des sources d'irrigation, par l'adhésion à une coopérative, l'expérience du fermier (Chebil et al., 2013), l'utilisation d'engrais synthétiques (Lal, 2006), de fumier organique (Kato et al., 2011), de l'irrigation (Lal, 2006 ; REMA, 2010b), de lutte contre l'érosion (Lal, 2004, 2006), de meilleures pratiques agricoles (Lal, 2006 ; REMA, 2010b). Cependant, elle est influencée négativement par l'âge du fermier et la taille de la ferme (see Chebil et al., 2013). Aboua (2016) montre qu'une gestion optimale dont le but est à la fois de minimiser le coût et maximiser l'output pourrait permettre d'accroître la production agricole.

L'expérience et la formation agricole sont indispensables pour permettre aux fermiers d'achever l'efficacité technique et économique. En plus, il existe une relation positive entre l'efficacité technique et l'efficacité économique, indiquant que les fermes qui produisent efficacement sont susceptibles de tirer un maximum de revenu (Aboua, 2016). L'efficacité dépend également de l'utilisation optimale d'autres ressources rares comme les crédits et la valorisation de l'eau, alors que le poids et le taux de diversification des petites exploitations sont négativement corrélés avec le niveau d'efficacité (Albouchi et al., 2005). Albouchi et al (2005) proposent qu'une politique foncière qui accorde la propriété des terres aux agriculteurs pour accéder aux crédits puisse améliorer l'efficacité économique globale.

Amoussouhoui et al. (2012) précisent que l'augmentation de la production rizicole en Afrique de l'Ouest est liée à l'utilisation des variétés améliorées et suggèrent que les contrôles de qualité des formations périodiques de renforcement de capacités soient renforcés pour permettre aux riziculteurs d'améliorer leur productivité. Certains facteurs tels que les difficultés d'accès aux intrants et le manque de respect de l'itinéraire technique recommandé peuvent contraindre la productivité agricole (Chogou et al., 2017 ; Maniriho, 2021). C'est dans ce cadre que Pender et al. (2003) ont suggéré que les stratégies pour réduire la dégradation de la terre et ainsi accroître la production agricole devraient être spécifiques à chaque région.

Bien que les niveaux d'éducation et d'encadrement agricole priment sur d'autres facteurs déterminants de la performance agricole, d'autres variables comme l'expérience, la taille de la famille, sexe, le type de semences et la régularité des pluies affectent aussi le rendement agricole (Yakete-Wetonoubena & Mbetid-

Bessane, 2019). En utilisant le modèle de la frontière stochastique, Mamam et al. (2018) concluent que l'efficacité économique peut influencer la productivité, et précisent que la variation de l'output est issue de l'inefficacité de la combinaison des facteurs de production, et spécifient que les petites exploitations de maïs au Bénin n'allouent pas efficacement les ressources productives.

2.4.2.2 Etudes empiriques sur l'efficacité des exploitations agricoles

Dans cette section, nous avons présenté des résultats d'une sélection des activités de recherche qui ont analysé l'allocation des ressources en agriculture en procédant par l'estimation de la productivité totale des facteurs (Coelli et al., 2005) ou la méthode semblable, notamment le ratio d'efficacité d'utilisation des ressources (voir Sienso et al., 2014).

Nkamleu (2004) a examiné la productivité globale des facteurs et a trouvé que la PTF a enregistré une évolution négative dans les huit pays francophones en Afrique (quatre pays forestiers : Cameroun, République du Congo, Côte d'Ivoire, et République Démocratique du Congo ; et quatre pays sahéliens : Burkina-Faso, Mali, Niger, et Sénégal) à la suite d'un retard technologique, alors que l'efficacité technique a bien évolué au cours de la période de 1970 à 2000. L'étude d'Arindam et Kuri (2011) ont mesuré l'efficacité de l'allocation des ressources et les déterminants de l'agriculture au Bengal occidental, en Inde. Il a été constaté que les exploitants agricoles sont modérément efficaces dans l'allocation des ressources, mais il est possible de procéder à une meilleure allocation des ressources pour améliorer la production agricole. Ils ont ajouté que les facteurs comme le niveau d'éducation du chef de ménage, les terres exploitées, l'interconnexion des marchés de facteurs et la disponibilité du crédit ont une incidence significative sur le niveau d'efficacité d'allocation des ressources dans l'agriculture.

A la suite de leur étude sur l'efficacité de l'utilisation des ressources dans la production de maïs dans la zone de Kontagora au Nigéria, pendant la saison agricole 2007, Jirgi et al. (2007) ont montré que les producteurs de maïs ont surexploité certaines ressources (la terre, la main-d'œuvre et les engrais), tandis que d'autres (intrants et capitaux) étaient sous-exploités. De même, l'étude d'Armah (2018) menée au Ghana a révélé que la taille de l'exploitation, le capital et les produits agrochimiques étaient sur-utilisés par les producteurs de noix de cajou (le ratio d'efficacité est inférieur à 1), alors que la main-d'œuvre s'est avérée sous-utilisée (le ratio d'efficacité est supérieur à 1), ce qui reflète que cette dernière n'a pas été utilisée à son plein potentiel.

Très récemment, Osei Danquah et al. (2020) ont procédé par le rapport de la valeur du produit marginal au coût marginal des facteurs de production pour analyser le niveau d'allocation des ressources dans la production de maïs. Leurs résultats ont révélé que les intrants comme les engrais, les herbicides, les pesticides, les semences améliorées et les terres étaient sous-utilisés (le ratio d'efficacité est supérieur à 1), alors que la main-d'œuvre et le capital étaient sur-utilisés (le ratio d'efficacité est inférieur à 1). Asodina et al. (2021) ont procédé de la même façon et ont constaté que les ressources employées dans la production de soja, ce qui indique que le rendement et le profit pourraient être améliorés avec une utilisation optimale des intrants de production.

Pour le Rwanda, Maniriho et al. (2020) ont montré que l'exploitation de l'oignon est caractérisée par les rendements d'échelle croissants et souligné le rôle prépondérant de l'éducation et de la taille du ménage dans la détermination de l'efficacité de la production de l'oignon dans la région des sols de laves au Rwanda. Maniriho et Bizoza (2015) ont révélé que les ressources sont sous-employées par les exploitants agricoles dans le district de Musanze avec une PTF=1,47 (voir l'interprétation de la PTF sous le point 4.3.7 au chapitre 4), et Mugabo et al. (2014) concluent que les producteurs de soya dans le district de Kamonyi ne sont relativement pas efficaces dans l'utilisation des ressources (l'efficacité de la production est égale à 1,73).

Tous les auteurs qui ont travaillé sur l'efficacité de l'allocation des ressources dans l'agriculture précisent que les producteurs auront besoin de réduire la quantité des facteurs surexploités et augmenter la quantité des facteurs sous-exploités pour accroître l'efficacité de la production.

2.4.3 Fondements empiriques de la rentabilité des exploitations agricoles

La rentabilité (ou profitabilité) est communément définie comme étant l'aptitude générale de l'exploitation à dégager une marge bénéficiaire. Il s'agit simplement de la capacité d'un investissement à générer un bénéfice. Elle donne un niveau potentiel de performance économique qui est souvent posé comme le différentiel entre prix de vente et prix de revient d'une entreprise (Bouquiaux et al., 2009 ; Gaudin et al., 2011). Dans le cadre de cette étude, la rentabilité d'une petite exploitation agricole est mesurée par la différence entre le revenu total et le coût de production total. Du fait que les indicateurs de rentabilité tels que la marge brute (MB) et la valeur ajoutée (VA) ne garantissent pas que les producteurs couvrent la totalité des dépenses et dégagent ainsi un profit, nous avons considéré d'autres indicateurs de rentabilité tels que le revenu net (RN) et le ratio avantage-coût (RAC)²⁶.

Différentes études ont analysé empiriquement la profitabilité des exploitations agricoles. Gnanglè et al. (2012) ont analysé les facteurs déterminants de la rentabilité économique des systèmes de production des parcs à karité au Bénin dans l'ère des changements climatiques en utilisant le modèle de Cobb-Dougllass. Les résultats montrent que les techniques culturales et la diversification des activités agricoles font partie des stratégies d'adaptation des plus profitables. Degla (2012) examine la rentabilité économique et financière de la gestion intégrée des ravageurs et celle de la gestion de la fertilité des sols dans les exploitations cotonnières au Bénin en considérant les cas d'adoption et de non-adoption et l'approche « avec et sans ». Les résultats de l'analyse coût-bénéfice et du taux de rentabilité interne prouvent que l'application des méthodes technologiques procure plus de rentabilité que les méthodes conventionnelles.

Par leur analyse de la profitabilité de l'élevage de l'aulacode au Bénin, Sodjinou & Mensah (2007) ont révélé que l'alimentation domine le coût total de production

²⁶ Les détails sur les modes de calculs des indicateurs de rentabilité et de profitabilité sont présentés sous le point 4.3.3 au chapitre 4.

(40 à 60%), la valeur ajoutée d'un aulacode variant de 4.075 à 6.860 F CFA, et il est nécessaire que l'aulacodiculteur vende au moins 5 à 7 aulacodes par mois pour gagner un revenu mensuel au moins égal au salaire minimum national. Plus précisément, cette analyse montre que le gain des aulacodiculteurs est plus du double de leur investissement. En Côte d'Ivoire, l'étude d'Aboua (2016) a conclu que, en procédant par l'analyse coût-avantage, l'exploitation piscicole en Côte d'Ivoire réalise les marges brute et nette positives grâce à l'accès à des aliments et alevins de qualité. Dans le même cadre, Albouchi et al. (2005) ont étudié la performance agricole des zones irriguées en Tunisie centrale en appliquant la frontière stochastique de production aux données de panel. Il ressort de cette étude que les possibilités d'accroissement du niveau de production et du profit via l'élimination des inefficacités permettraient d'accroître le profit global et d'améliorer la valorisation de l'eau.

Un peu avant l'adoption du programme d'intensification agricole (CIP), Mugabe et al. (2009) ont analysé le niveau de la rentabilité des différentes cultures dans toutes les zones agro-écologiques au Rwanda. Les cultures et les zones où elles sont rentables sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 5. Présentation de la rentabilité des cultures dans les zones agro-écologiques avant l'adoption du programme d'intensification agricole au Rwanda.

Culture	Zones agro-écologiques dans lesquelles son exploitation est rentable
Haricot	Bords du Lac Kivu, Impala, Birunga, Sols granitiques, Savannes de l'Est
Sorgho	Hautes Terres de Buberuka, Plateau Central, Sols granitiques, Birunga, Bugesera, Plateau de l'Est, Savannes de l'Est
Mais	Birunga, Crête Congo-Nil, Impala. Bords du Lac Kivu, Savannes de l'Est
Banane	Plateau de l'Est, Impala, Bords du Lac Kivu, Birunga, Hautes Terres de Buberuka, Savannes de l'Est
Manioc	Imbo, Impala, Crête Congo-Nil, Mayaga, Bugesera, Savannes de l'Est, Sols granitiques, Plateau de l'Est
Pomme de terre	Birunga, Bords du Lac Kivu, Hautes Terres de Buberuka, Plateau Central, Plateaux de l'Est, Savannes de l'Est
Patate douce	Impala, Bords du Lac Kivu, Hautes Terres de Buberuka, Plateaux de l'Est, Savannes de l'Est
Arachides	Sols granitiques, Mayaga, Bugesera, Savannes de l'Est
Riz	Imbo, Bugesera
Petits poids	Bords du Lac Kivu
Soya	Savannes de l'Est
Oignon	Birunga, Hautes Terres de Buberuka
Carottes	Birunga, Hautes Terres de Buberuka
Choux	Birunga, Hautes Terres de Buberuka

Source : Confectionné par l'auteur à partir des informations fournies par Mugabe et al. (2009). Voir aussi MINAGRI (2012).

Maniriho et Bizosa (2013) ont examiné la rentabilité des petites exploitations agricoles dans le District de Musanze en utilisant l'analyse avantage-coût. Les résultats montrent que le rapport avantage-coût est de 1,47, ce qui reflète que l'agriculture est un investissement rentable dans la zone d'étude pour les différentes cultures (pomme de terre, blé, tomate, oignon, et chou) sauf le haricot. De plus, l'analyse de sensibilité révèle que la rentabilité est sensible à l'augmentation des dépenses opérationnelles, à l'augmentation du prix de vente, ainsi qu'à la baisse de la production. Mugabo et al. (2014) ont analysé l'allocation des ressources parmi les producteurs de soja dans le district de Kamonyi au Rwanda et conclu qu'il y a eu sous-exploitation. Par l'analyse de la compétitivité du secteur agricole, Musabanganji et Maniriho (2019) ont prouvé que le Rwanda reste un importateur net de produits agricoles prioritaires tels que la pomme de terre, le maïs (grains), le riz et le haricot sec. Toutes ces informations reflèteraient les problèmes de productivité et d'efficacité dans le secteur agricole rwandais.

2.5 Le rôle de l'agriculture dans le développement socioéconomique du monde rural

L'agriculture est considérée comme une source importante des revenus, elle contribue ainsi à la réduction de la pauvreté (IFAD, 2013). Pendant longtemps, l'agriculture a été le moyen principal de subsistance pour la grande majorité des plus pauvres dans le monde et forme un pilier important pour le développement du monde rural, une fois que le partenariat des secteurs public et privé est renforcé (Miller & Jones, 2013). L'intensification des cultures a permis de booster la production agricole, de réduire le niveau de la malnutrition, et enfin d'aboutir à la réduction de la pauvreté à travers des économies rurales prospères (Mokyr, 2003 ; Cervantes-Godoy & Dewbre, 2010). Laurent (1999) souligne que « *cette reconnaissance implique également un changement de regard sur la diversité des exploitations agricoles, puisqu'on va s'intéresser au rôle que joue l'agriculture sur la cohésion sociale et sur la préservation de l'environnement. Cela implique, dans ces conditions, d'analyser (et de prendre en compte) l'ensemble des ménages pratiquant l'agriculture, y compris ceux dont la contribution reste marginale sur le seul plan du volume de matières premières agricoles produit* ».

Pour aboutir à son rôle dans la stabilité des revenus des agriculteurs et de la sécurité alimentaire, la chaîne de valeur agricole doit être dans un modèle plus global de moyens de subsistance. En Inde, les petites exploitations agricoles se sont montrées plus importantes pour une agriculture durable et rentable permettant ainsi le remboursement des prêts (Miller & Jones, 2013). Le modèle global de développement agricole est bien décrit par la Figure 7.

L'agriculture est restée, pendant les millénaires, la source des revenus pour un grand nombre de ménages dont la stabilité découle de l'usage approprié de diverses technologies via leur adaptation aux différents contextes pour ainsi améliorer leurs conditions de vie (Lee, 2005). L'adoption de technologies nouvelles permet la croissance de la productivité et contribue ainsi à l'augmentation du PIB agricole, et cela va jouer un rôle prépondérant dans la réduction de la pauvreté (Cervantes-

Godoy & Dewbre, 2010) et de la préservation de la biodiversité en pleine mutation environnementale, économique et sociale dans la production (CIRAD, 2013).

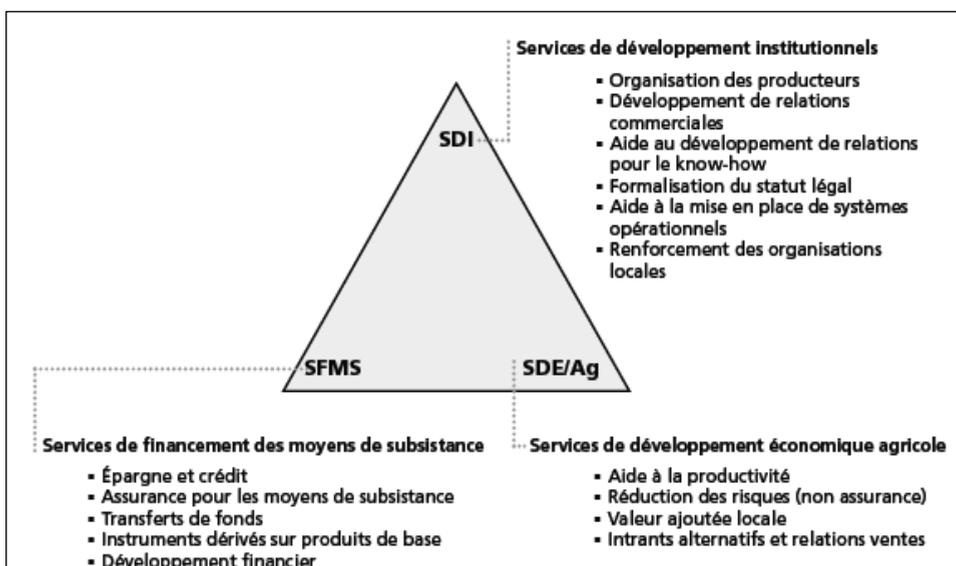


Figure 7. Modèle BASIX de services pour les moyens de subsistance.

Source : Miller et Jones (2013).

L'importance de l'agriculture se révèle principalement dans la lutte contre la pauvreté surtout dans les pays en développement où les populations souffrent de la faim et de la malnutrition. Dans cette ligne, CIDSE (2012) ajoute que « *Dans la majorité de ces pays, l'agriculture constitue la source de revenus essentielle de la majorité des populations pauvres du monde. Les populations pauvres vivant en milieu rural sont particulièrement dépendantes du secteur agricole, du point de vue de leur subsistance ou des revenus permettant de répondre aux besoins des ménages* ». Selon Sourisseau et al. (2015), pour que l'agriculture soit une source stable de nourriture et des revenus, les familles agricoles doivent être capables de s'adapter aux changements climatiques. L'agriculture contribue au développement de différentes façons. Selon Dorward et Kydd (2005), « la croissance agricole et les gains de productivité peuvent contribuer à la réduction de la pauvreté de trois manières dans les économies dites pauvres : par des augmentations de revenus grâce à la productivité et à la création d'emplois, par des produits alimentaires moins coûteux pour les pauvres ruraux, par des opportunités économiques dans le secteur non agricole en milieu rural. » Ky et Dury (2018) ajoutent que la production agricole efficace contribue à la diversité alimentaire des ménages. Selon la légende de chaque flèche sur la figure 8, cette dernière décrit les flux de revenus et sources de financement des investissements parmi les petits exploitants agricoles.

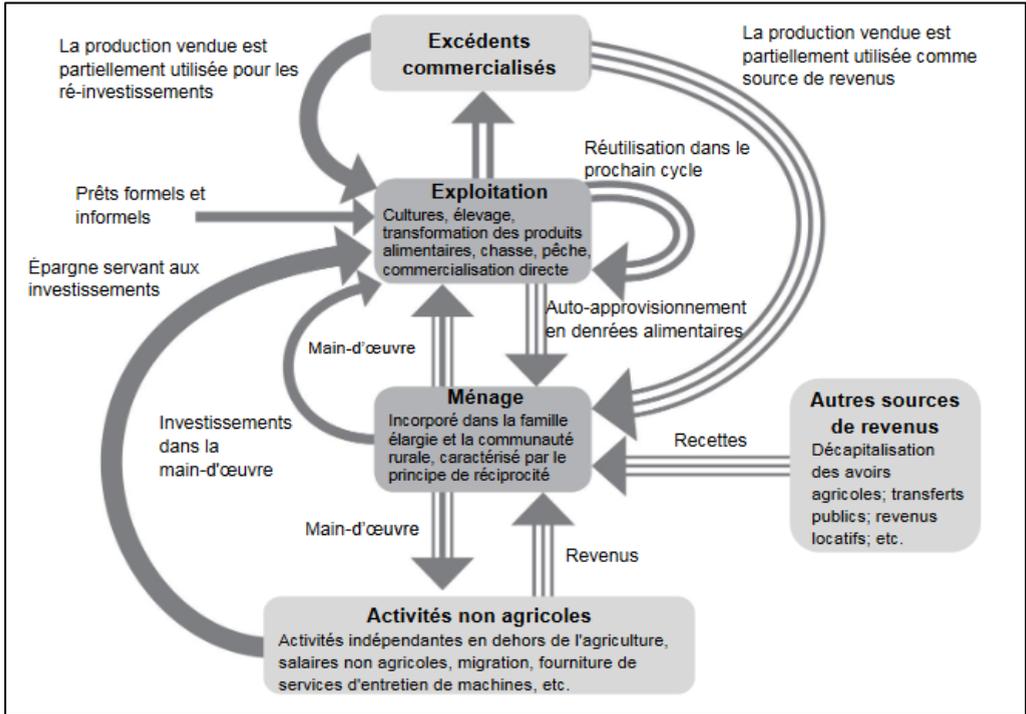


Figure 8. Flux de revenus et sources de financement des petites exploitations agricoles.
Source : Groupe d'Experts de Haut Niveau (2013).

La Figure 8 montre la diversité des flux de revenus possibles, l'auto-provisionnement alimentaire et des sources de financement des investissements. Le produit total est très variable et comprend des revenus monétaires du travail dans le secteur rural non agricole, de salaires, de transferts publics ou privés, et d'une décapitalisation possible des possessions foncières productives. Dans l'ensemble, les différents flux de revenus et sources de financement prouvent la complexité de la petite agriculture et sa dynamique.

**Performance et stratégies de
développement du secteur agricole au
Rwanda**

3. Performance et stratégies de développement du secteur agricole au Rwanda

3.1 Introduction

Le présent chapitre fait partie de la revue de littérature. Il se concentre sur la performance du secteur agricole au Rwanda au cours des deux dernières décennies et sur les stratégies mises en place pour le développement durable et sain à court, à moyen et à long termes. Il aborde notamment les généralités sur le développement socioéconomique, la performance du secteur agricole, les défis et opportunités du développement agricole et, enfin, les stratégies de développement agricole au Rwanda.

3.2 Généralités sur le développement socioéconomique récent au Rwanda

Par ses aspirations de développement économique à long terme, le Rwanda s'est fixé l'objectif de passer d'un groupe de pays à faible revenu vers un groupe de pays à revenu intermédiaire. Depuis les années 2000, le Rwanda a connu une croissance économique rapide, variant entre 2 et 13% comme le montre la figure 9, avec une moyenne annuelle de 11,5% entre 2013 et 2018 (MINECOFIN, 2019). Il est à noter qu'après avoir connu une faible croissance en 2003 (2%) en raison de mauvaises conditions météorologiques, la croissance du PIB réel est revenue à près de 8% en 2004 et était estimée à près de 10 % en 2005 (AfDB & OECD, 2006).

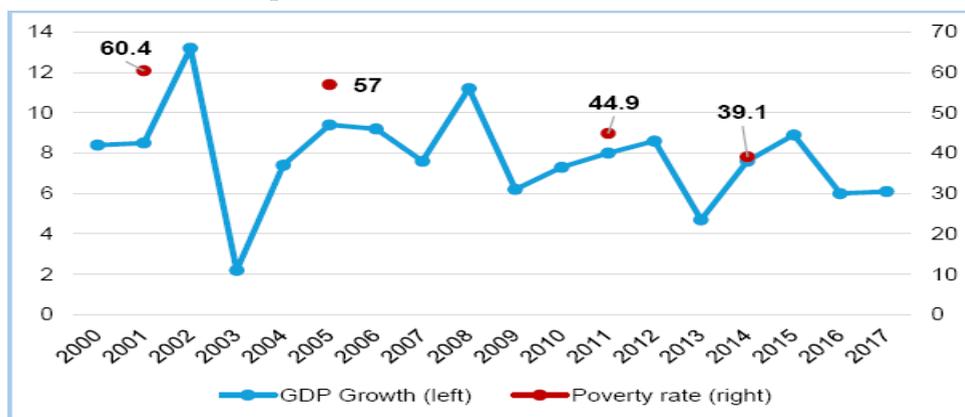


Figure 9. Evolution en pourcentage de la croissance économique (à gauche) et de la pauvreté au Rwanda (à droite) de 2000 à 2017.

Note : « GDP growth (left) » signifie « croissance du PIB (gauche) », alors que « poverty rate (right) » signifie « taux de pauvreté (droite) ».

Source : MINECOFIN (2019)

Le Rwanda a aussi été caractérisé par une stabilité macroéconomique, un niveau important de réduction de la pauvreté, une réduction significative de l'inégalité

économique, et un accès croissant aux différents services (santé, éducation, inclusion financière). Le revenu par tête est passé de 225 USD en 2000 à 774 USD en 2017. Particulièrement pour l'agriculture, ce secteur a contribué à 31% du PIB en 2017 comparativement à une contribution de 37% en 2005 (MINECOFIN, 2019). Durant la période de 2001 à 2014, le PIB par habitant est passé de 242 dollars à 729 dollars (NISR, 2017) et le taux de pauvreté relative²⁷ est tombé de 60,4% à 39,1% (NISR, 2015a). Ce taux a atteint le niveau de 38,2% en 2017 (NISR, 2018). Entre 2000 et 2016, les exportations ont augmenté très rapidement, avec une croissance de 13,2% par an, alors que les importations ont augmenté en moyenne de 10% par an, de sorte que les importations et les exportations ont fait passer leur part cumulée dans l'économie de 31 à 48% (NISR, 2017). Le tableau 6 décrit l'évolution d'indicateurs de développement économique au Rwanda de 2007 à 2018.

Tableau 6. Indicateurs de développement économique au Rwanda : taux de croissance (%) des secteurs économiques (2007-2018).

Année	2007	2008	2009	2010	2011	2012
PIB	7,7	10,4	4,9	6,3	6,3	8,4
Agriculture	0,1	2,3	1,5	1,6	1,0	2,0
Vivres	0,8	1,1	1,6	0,9	0,6	1,4
Industries	2,1	1,3	-0,1	1,0	2,8	1,3
Mine & carrière	1,1	-0,5	-0,5	-0,2	0,8	-0,2
Manufacture	0,2	0,3	0,1	0,5	0,5	0,4
Construction	0,7	1,4	0,1	0,5	1,3	0,9
Services	5,1	6,0	2,8	4,1	3,6	5,2

Année	2013	2014	2015	2016	2017	2018
PIB	3,3	7,5	8,9	6,0	6,1	8,6
Agriculture	1,0	1,9	1,4	1,1	1,8	1,6
Vivres	0,7	1,5	0,6	0,5	1,2	0,7
Industries	0,1	1,8	1,5	1,2	0,8	1,8
Mine & carrière	0,4	0,6	-0,1	0,3	0,6	0,1
Manufacture	-1,1	0,5	0,5	0,4	0,4	0,6
Construction	0,7	0,7	1,1	0,4	-0,2	1,0
Services	2,5	3,3	4,9	3,4	3,8	4,3

Note : Les chiffres sont les taux de croissance aux prix constants de l'année 2014.

Source : NISR (2019c).

Par ailleurs, le Rwanda est actuellement placé à la 20^e position sur la liste de la Banque Mondiale des pays à faible revenu en 2021, avec un PIB par habitant de 820

²⁷ Le taux de pauvreté est ici déterminé par la comparaison de la consommation réelle par personne adulte avec de montant de revenu requis pour avoir accès à un minimum de biens de consommation. Ce montant est généralement connu comme « ligne de pauvreté » et est fixé à 159.375 FRW par an en 2017 (NISR, 2018).

USD. Il s'engage à atteindre le niveau de revenu intermédiaire, d'ici l'année 2035, avec un objectif de revenu par habitant de 4.036 USD (Republic of Rwanda, 2020). L'inclusion financière est passée de 48% en 2008 à 89% en 2016 (AFR, 2016), tandis que le nombre de propriétaires de téléphones mobiles est passé de 6% à 65% entre 2006 et 2014 (NISR, 2015a). À côté du développement économique, il y a eu aussi une amélioration des aspects sociaux. L'espérance de vie à la naissance est passée de 48,2 ans en 2000 à 64,5 ans en 2015, tandis que le taux de mortalité infantile est tombé de 183/1000 à 42/1000, et le taux d'alphabétisation des jeunes est passé de 77% en 2010 à 85% en 2015 (MINAGRI, 2018).

3.3 Performance du secteur agricole au Rwanda

3.3.1 Le rôle de l'agriculture dans le développement socioéconomique au Rwanda

Selon le rapport sur le développement dans le monde en 2008 (World Bank, 2008), l'expérience de développement de l'Europe occidentale, des États-Unis, du Japon, et plus tard de Taiwan, de la Corée du Sud, de la Chine et de l'Inde montre que le développement du secteur agricole a été le moteur du développement de l'industrie et des services. Les excédents agricoles ont servi de piliers au développement humain, économique et social. À mesure que le Rwanda se modernise pour devenir une économie fondée sur le savoir, l'agriculture reste le pilier d'une croissance économique soutenue, offrant des moyens de subsistance de haute qualité et une amélioration du niveau de vie de la population. Dans cette perspective, l'agriculture rwandaise est essentielle à la création de la croissance, des emplois, des exportations et des moyens de subsistance nécessaires pour transformer l'économie en une économie à revenu intermédiaire fondée sur la connaissance.

Les statistiques récentes (NISR, 2020a) montrent que les cultures vivrières constituent le sous-secteur dominant, représentant 56,8% du secteur agricole en termes de contribution du PIB, suivies de la foresterie (24,9% du total), du bétail (11,6%), des cultures d'exportation traditionnelles (5,2%) et de la pêche (1,6%) en 2019. Avec une croissance annuelle moyenne de 5,3%, la valeur du secteur agricole a plus que doublé de 2000 à 2016 (NISR, 2017). La période de croissance la plus forte a été observée entre 2008 et 2012, alors que la croissance a ralenti depuis 2013. Tous les sous-secteurs sont en croissance : les cultures vivrières ont connu une croissance immédiate avec l'introduction du programme CIP en 2008, après une période de croissance plus faible. Toutefois, le taux de croissance des cultures vivrières a légèrement diminué ces dernières années. Les cultures d'exportation ont connu une croissance moyenne de 3,8% par an entre 2000 et 2016, marquée par une forte volatilité interannuelle en raison des variations des prix mondiaux des principales cultures, notamment le thé et le café. L'élevage a connu une croissance accélérée avec une moyenne de 5,2% par an et est actuellement le sous-secteur qui connaît la croissance la plus rapide, avec une croissance de 8,3% par an entre 2012 et 2016.

3.3.2 L'état actuel de la production et du rendement agricole

Le lancement du Programme d'intensification agricole (CIP) en 2007 et l'initiation début de la consolidation des terres en 2008 ont marqué le début de la transformation du secteur agricole au Rwanda. La superficie cultivée totale était de 1.371.602 ha au cours des saisons culturales A et B en 2016 (NISR, 2016c). Les rendements des cultures ont considérablement augmenté, et la quantité totale de production pour les cultures prioritaires du CIP a augmenté de plus de 150% dans les parcelles soutenues par le CIP entre 2007 et 2013 (MINAGRI, 2018). Des gains supplémentaires depuis 2013 ont été plus difficiles à obtenir, bien que quelques cultures affichent actuellement des performances supérieures à leur niveau de 2013 (riz paddy et haricots volubiles), pour les cultures les plus prioritaires, les rendements de 2016 étaient similaires à ceux de 2013, comme décrit par la Figure 10.

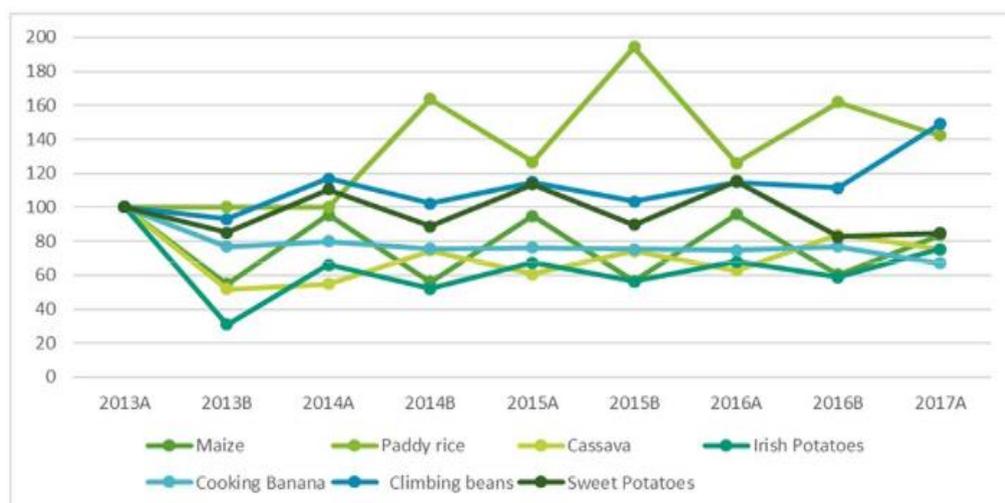


Figure 10. Evolution des rendements pour les cultures sélectionnées 2013A-2017A (2013A=100).

Note : « Maize » signifie « maïs », « Paddy rice » = « riz paddy », « cassava » = « manioc », « Irish potato » = « pomme de terre », « cooking banana » = « banane à cuire », « climbing beans » = « haricots volubiles », et « sweet potatoes » = « patates douces ».

Source : MINAGRI (2018).

3.3.3 La place de l'agriculture dans la sécurité alimentaire et nutritionnelle

Au Rwanda, l'agriculture joue un rôle prépondérant dans la sécurité alimentaire et nutritionnelle. Cette dernière reste préoccupante malgré la croissance substantielle qu'a connue le secteur agricole au cours des dernières années. Bien que le retard de croissance des enfants ait diminué à un taux considérable, son état actuel reste alarmant : 38% des enfants de moins de 5 ans souffrent toujours de ce problème. De plus, 17,8% des enfants âgés de 6 à 23 mois ne reçoivent pas le régime alimentaire

minimal acceptable (NISR, 2016a). Selon la mesure CARI, 20% des ménages rwandais sont en insécurité alimentaire, le score de consommation alimentaire est passé de 65% en 2006 à 74% en 2015 (NISR, 2016c), mais une grande partie de la population reste dépendante de l'agriculture pluviale et de l'autoconsommation.

L'accès des ménages à une nourriture convenable doit être nuancé par les chocs sur la récolte domestique, tels que les sécheresses et les inondations périodiques, ainsi que par l'exiguïté des parcelles à destination agricole dont disposent les ménages (NISR, 2016c). Dans le souci de maintenir la sécurité alimentaire, différentes stratégies, telle que la réserve stratégique des céréales, ont été adaptées afin d'aligner les actions relatives à l'aide alimentaire saisonnière à court terme avec des stratégies de résilience à long terme, comme la distribution de petits stocks aux ménages. Il y a ainsi un double rôle de l'agriculture dans la sécurité alimentaire au Rwanda.

En premier lieu, l'agriculture est reconnue comme source des produits alimentaires qui contiennent les macro et micro nutriments essentiels pour une bonne nutrition. On estime que la production nationale de kilocalories provenant des cultures s'élève actuellement à 1.950 kcal par personne par jour (NISR, 2016b ; NISR, 2014), tandis que le seuil officiel de pauvreté alimentaire est défini comme un accès à 2.500 kcal / personne / jour (NISR, 2015b).

En deuxième lieu, l'agriculture favorise (indirectement) l'accessibilité, la stabilité et l'utilisation des aliments. La production agricole est déterminante pour les revenus des agriculteurs et leur accès à la nourriture. Les ménages ruraux qui produisent un plus grand nombre de types d'aliments différents ont en moyenne un meilleur régime alimentaire (FAO, 2017). Une production ménagère plus diversifiée utilisant les sources de protéines et vitamines les plus facilement disponibles (fruits et légumes) contribuerait à l'amélioration de la situation alimentaire des ménages. Selon les experts de *Catholic Relief Service* (CRS, 2016), les produits de jardin potager sont principalement consommés au niveau des ménages plutôt que destinés à la vente. En outre, le jardinage domestique est une source de revenus utile par le biais de la vente de la production excédentaire.

A tout ce qui précède, il faut ajouter que le bon fonctionnement des marchés agricoles est un facteur important pour garantir des prix favorables aux consommateurs et aux agriculteurs. Malgré cela, des différences de prix relativement importantes sur les marchés du pays (MINAGRI, 2018) indiquent que les marchés des produits alimentaires sont actuellement inefficaces et que, par conséquent, les gains potentiels du commerce pour les consommateurs et les agriculteurs sont inexploités.

3.3.4 Le rôle de l'agriculture dans la création de l'emploi

L'agriculture est au centre de l'économie rwandaise et une source des moyens de subsistance pour la majorité de la population. En ligne avec les objectifs de la Vision 2020, le Rwanda est en train d'opérer une transition d'une agriculture de subsistance vers des secteurs non agricoles, ce qui résulte en l'abaissement de la part de l'agriculture dans l'emploi qui est passée de 89% en 2001 à 68% en 2014, suivi

d'une légère montée à 69,8% en 2017. L'agriculture emploie plus de femmes que d'hommes : les femmes représentent 66% de la main-d'œuvre agricole totale.

Selon les statistiques agricoles en 2015 (NISR, 2015a), les hommes occupent plus d'emplois rémunérés dans l'agriculture (25%) que les femmes (20%), alors que, selon les statistiques en 2017 (NISR, 2018f), il y a plus de femmes (63%) que d'hommes (43%) en emplois non agricoles rémunérés. L'agriculture reste la plus grande source d'emploi pour les jeunes : dans les régions rurales, plus de 50% des jeunes âgés de 16 à 24 ans travaillent exclusivement dans l'agriculture. Mais la majorité d'entre eux sont sous-employés en raison de la petite taille de leurs exploitations (NISR, 2016a) et de la saisonnalité de la demande de main-d'œuvre.

Le rôle de l'agriculture dans la création d'emploi ne se limite pas seulement aux activités de production agricole, mais aussi aux autres aspects du système agroalimentaire. Ce dernier fournit des emplois aux commerçants, aux fournisseurs d'intrants et de services et à d'autres secteurs interdépendants. Il existe aussi des indications mettant en évidence que l'agriculture influence la création d'emplois en dehors du secteur agroalimentaire. Les statistiques montrent que, au cours de la période de 2011 à 2014, le nombre d'établissements commerciaux au Rwanda a augmenté de 24,4% en général, à raison de 38,1% dans les zones rurales, contre 7,3% dans les zones urbaines. Au cours de la même période, 34,5% des nouveaux emplois ont été créés par des entreprises, ce qui représente 47,9% dans les zones rurales contre 22,4% dans les zones urbaines (NISR, 2015a).

Selon le MINAGRI (2018), le ralentissement de la création d'emplois dans l'agriculture fait partie de la transformation structurelle en cours de l'agriculture de subsistance vers les secteurs non agricoles et reflète aussi une mécanisation accrue de l'agriculture. Avec une productivité plus élevée dans l'agriculture, il faudra relativement moins de travail dans la production agricole. Jusqu'en 2024, l'augmentation des rendements aura des effets différents sur l'emploi de diverses variétés de cultures. Par exemple, compte tenu des effets de productivité attendus, la production de cultures d'exportation emploiera 20% de travailleurs en plus, le riz et le blé de 30 à 40% de plus, et le secteur de l'élevage, 30% de plus. D'autre part, la production de tubercules et de bananes emploiera 20% de moins de travailleurs. Cependant, en général, la croissance de la productivité entraîne une création ralentie des emplois à la ferme.

L'augmentation de la production agricole crée des emplois tout au long des chaînes de valeur agricoles et de l'économie en général : l'augmentation de la production agricole entraîne la création de davantage d'emplois dans les domaines de la transformation alimentaire, du commerce des produits alimentaires et de la préparation des produits alimentaires. Cela va également (toutes choses égales par ailleurs) exercer une pression à la baisse sur le prix des denrées alimentaires, ce qui aura un effet positif sur la création d'emplois dans l'économie non agricole.

Dans les aspirations du MINAGRI (MINAGRI, 2018), le résultat du Plan Stratégique de Transformation Agricole (PSTA-4), dans le cadre de sa priorité sur la croissance de la productivité, serait la création annuelle de 45.000 emplois dans le

système agroalimentaire, soit 21% de la totalité des emplois prévus dans NST-1 (214.000 emplois par an). Dans le même ordre, 28.000 emplois seront créés dans le secteur agroalimentaire, tandis que les 17.000 emplois restants seront créés dans les chaînes de valeur liées à l'agriculture : transformation des produits agricoles, intrants agricoles, commerce des produits agricoles, et hôtels et restaurants utilisant des produits agricoles.

3.3.5 Effets de la variabilité et du changement climatique sur la performance agricole

La variabilité et le changement climatiques affectent significativement les performances agricoles. Etant donné que le pays a des régions montagneuses plus froides au nord et des vallées plus chaudes au sud-ouest, plus basses et plus sèches, il en résulte que le changement climatique a des effets différents dans ces régions. Avec une température moyenne d'environ 20 °C, le Rwanda a des précipitations annuelles moyennes de 1.250 mm et deux saisons des pluies et deux saisons sèches²⁸. De plus, une forte disparité des précipitations d'Ouest en Est provoque des inondations et des sécheresses périodiques. Cette vulnérabilité aux précipitations est expliquée par le fait que le secteur agricole est dominé par une agriculture pluviale de subsistance à petite échelle reposant sur les technologies et pratiques traditionnelles. Combinées avec les pentes accidentelles et l'exploitation agricole à petite échelle, ces précipitations abondantes provoquent également des pertes du sol très alarmantes à cause de l'érosion (MINAGRI, 2017).

Selon les statistiques agricoles récentes, 6,8% de l'ensemble des exploitants agricoles ont pratiqué l'irrigation au cours de la saison culturale 2019A (NISR, 2019a), contre 3,3% au cours de la saison culturale 2019B (NISR, 2019b). Dans le secteur de l'élevage, la sécheresse limite la disponibilité de nourriture, accélère la propagation de maladies, et accentue les pertes de production dans la chaîne de valeur des produits laitiers surtout pendant les années de sécheresse majeure. Ainsi, alors que les agriculteurs de subsistance sont les plus touchés, la variabilité climatique affecte l'ensemble de l'agriculture et réduit la production annuelle, la valeur ajoutée et les exportations.

Avec le réchauffement climatique observé et attendu au Rwanda jusqu'à des niveaux de température supérieurs à la moyenne mondiale, même si il pourrait y avoir potentiellement des avantages, il faut s'attendre à de nouveaux risques dans le futur : une augmentation du nombre de journées chaudes et des fortes précipitations ; des impacts importants sur l'agriculture rwandaise, dus à la combinaison de la hausse des températures et des précipitations, des zones agro-climatiques changeantes, de la variabilité accrue et des chocs, ainsi que des effets indirects liés à la promotion du développement d'organismes nuisibles et d'autres maladies. Pour faire face à ces problèmes, le MINAGRI (2017) suggère des stratégies relatives à l'augmentation de la résilience du système de production du

²⁸ Pour rappel, la petite saison de pluie va de mi-septembre à fin décembre, suivie de la petite saison sèche qui s'étend de janvier à mi-mars. Vient ensuite la grande saison de pluie, de mi-mars à fin mai, et enfin la grande saison sèche allant de juin à mi-septembre (voir tableau 1 pour les détails sur les saisons climatiques et culturelles au Rwanda). Il faut noter certaines variations selon les régions et les reliefs.

Rwanda, y compris face aux risques climatiques. Elles constituent un facteur déterminant pour une production durable, une augmentation de la productivité et une plus grande sécurité alimentaire et nutritionnelle.

3.3.6 Commercialisation des produits agricoles au Rwanda

Le Rwanda est actuellement classé 41^{ème} dans le monde et occupe la 2^{ème} position en Afrique pour l'environnement général des affaires (World Bank, 2017a). Cette évolution résulte des nombreuses réformes économiques entreprises au cours des dernières années dans le but de créer un environnement favorable aux affaires, telles que l'amélioration de la capacité à ouvrir ou créer une entreprise, des échanges transfrontaliers, et l'amélioration de la transparence.

A côté du classement de la Banque Mondiale pour l'environnement des affaires, il y a aussi le classement des pays selon l'environnement réglementaire des opérateurs agricoles privés. Selon ce dernier, sur la base des données de 2016, le Rwanda était rangé à la 62^e position sur 189 et classé le premier en Afrique de l'Est (World Bank, 2017b). Le pays se classe au-dessus de la moyenne dans les domaines des finances, des transports et de l'eau. Par contre, les indicateurs du pays relatifs aux semences, aux engrais, aux machines, aux marchés et aux TIC ont été inférieurs à la moyenne. Selon la Banque Mondiale (World Bank, 2017b), les problèmes identifiés relatifs à la réglementation de l'agriculture sont notamment les obstacles empêchant la diffusion et la production en temps voulu de semences de haute qualité par le système officiel d'approvisionnement en semences ; des goulots d'étranglement réglementaires limitant l'accès aux engrais, y compris l'enregistrement, l'importation et le contrôle de la qualité des engrais ; des obstacles réglementaires limitant l'accès et l'utilisation des machines agricoles par les agriculteurs, en particulier les exigences relatives à l'importation, à l'immatriculation et à l'inspection des tracteurs, aux essais et aux normes ; et enfin des lois et des réglementations qui découragent les petits producteurs et les agro-entrepreneurs d'accéder aux marchés nationaux et étrangers. On peut observer les exportations, importations et importations nettes du haricot vert, du haricot séché, des grains de maïs, de la farine de maïs, de la farine de blé, du riz, du soya, de la pomme de terre, et de l'oignon de 2007 à 2017 dans le tableau 7.

La terre est le principal actif de la majorité des ménages rwandais. En matière de régime foncier et d'administration, le Rwanda a fait des progrès significatifs avec de profonds arrangements institutionnels et structurels. C'est le seul pays africain à avoir mené à bien un programme national de régularisation foncière systématique (LTR), ayant délimité, classé et enregistré presque tous les biens fonciers individuels entre 2004 et 2012.

Tableau 7. Comparaison des importations aux exportations (tonnes) de certains produits agricoles de 2007 à 2017 au Rwanda.

Année	Importations (tonnes)										Oignon
	Haricot vert	Haricot séché	Grams de maïs	Farine de maïs	Farine de blé	Riz	Soya	PdT.	Oignon		
2007	6.230.985	1.033.549	62.644.393	21.618.272	32.863.918	23.686.209	462.536	0	37		
2008	1.135.651	1.307.408	25.072.787	4.551.233	7.474.157	18.166.775	257.957	284	15		
2009	5.426.664	4.601.781	48.485.560	7.691.681	6.790.877	32.340.814	1.474.914	327	766		
2010	5.664.175	3.485.935	118.064.279	17.277.744	4.453.204	44.800.149	1.396.678	273	689		
2011	3.192.270	4.964.413	66.558.685	15.068.848	5.891.841	39.813.154	465.282	424	996		
2012	262	101.444	3.226.706	3.194.881	555.930	55.968.511	11.211	764	2.668		
2013	9.714.439	4.209.966	62.939.779	4.934.167	5.675.629	90.215.532	645.910	936	1.332		
2014	6.029.913	4.145.404	89.602.667	4.165.716	10.929.180	93.019.755	865.733	10.125	1.247		
2015	3.083.704	10.604.232	88.506.715	6.675.228	9.167.687	107.489.112	2.988.477	9.275	1.300		
2016	8.891.261	5.010.016	118.154.590	20.270.234	7.292.522	159.604.250	3.446.024	21.000	3.000		
2017	531.296	5.063.673	143.407.163	31.143.933	9.975.028	186.566.853	6.424.459	13.398	48		
Année	Exportations (tonnes)										Oignon
	Haricot vert	Haricot séché	Grams de maïs	Farine de maïs	Farine de blé	Riz	Soya	PdT.	Oignon		
2007	2.463.410	264.800	1.467.500	10.390	712.822	n.d.	n.d.	360	40		
2008	4.767.790	6.662.445	109.600	2.560.172	1.146.500	18.586	8.500	237	17		
2009	2.539.895	4.836.375	174.550	246.823	317.550	5.000	n.d.	2.328	209		
2010	1.828.602	2.512.760	2.260.510	2.614.554	690.290	148.300	n.d.	735	381		
2011	8.636.634	2.818.465	2.743.100	705.844	8.847.950	156.350	7.300	10.472	29		
2012	1.230.160	2.133.855	4.660.275	2.184.225	332.300	n.d.	n.d.	8.520	137		
2013	11.735.605	5.156.161	7.512.830	8.177.952	11.340.042	16.390	64.274	8.066	206		
2014	2.792.850	8.486.510	1.801.531	13.052.323	21.169.790	155.650	28.819	8.585	112		
2015	14.935.858	7.794.439	4.184.723	16.364.082	17.280.946	63.200	74.640	4.976	45		
2016	7.533.108	4.613.623	3.413.809	15.506.433	24.576.792	300	n.d.	4.400	79		
2017	8.707.211	8.931.125	4.161.726	18.838.967	38.774.646	8.234	64.430	3.350	32		
Année	Exportations nettes (tonnes)										Oignon
	Haricot vert	Haricot séché	Grams de maïs	Farine de maïs	Farine de blé	Riz	Soya	PdT.	Oignon		
2007	-3.767.575	-768.749	-61.176.893	-21.607.882	-32.151.096	n.d.	n.d.	360	3		
2008	3.632.139	5.355.037	-24.963.187	-1.991.061	-6.327.657	-18.148.189	-249.457	-47	2		
2009	-2.886.769	234.594	-48.311.010	-7.444.858	-6.473.327	-32.335.814	-1.474.914	2.001	-557		
2010	-3.835.573	-973.175	-11.580.769	-14.663.190	-3.762.914	-44.651.849	-1.396.678	462	-308		
2011	5.444.364	-2.145.948	-63.815.585	-14.363.004	2.956.109	-39.656.804	-457.982	10.048	-967		
2012	1.229.898	2.032.411	1.433.569	-1.010.656	-223.630	-55.968.511	-11.211	7.756	-2.531		
2013	2.021.166	946.195	-5.542.6949	3.243.785	5.664.413	-90.199.142	-581.636	7.110	-1.126		
2014	-3.237.063	4.341.106	-87.801.136	8.886.607	10.240.610	-92.864.105	-836.914	-1.540	-1.135		
2015	11.852.154	-2.809.793	-84.321.992	9.688.854	8.113.259	-107.425.912	-2.913.837	-4.299	-1.255		
2016	-1.358.153	-396.393	-11.474.0781	-4.763.801	17.284.270	-159.603.950	-3.446.024	-16.600	-2.921		
2017	8.175.915	3867452	-13.9245437	-12.304.966	28.799.618	-186.558.619	-6.360.029	-10.048	-16		

Source : BNR et FAOSTAT. Note : « n.d. » signifie non disponible.

Comme le signale la Banque Africaine de Développement (AfDB, 2016), ce LTR a permis au Rwanda d'occuper la 12^e position mondiale sur l'indicateur de propriété enregistrée du rapport « *Doing Business* » de la Banque Mondiale. En plus, la loi de 1999 sur les régimes matrimoniaux et les successions accordait aux femmes le droit d'hériter de la terre et leur accordait des droits égaux en matière de propriété matrimoniale. Cela a abouti à ce que les ménages dirigés par des hommes et des femmes possèdent des terres agricoles avec presque le même pourcentage (89% en 2013/2014) (NISR, 2015c). Le MINAGRI et d'autres institutions du secteur de l'agriculture restent attachés à l'amélioration continue de l'environnement des entreprises dans le secteur, plus précisément en agissant comme des facilitateurs du marché. Cela comprend l'amélioration des procédures et de l'accès à l'information pour les investisseurs, la promotion des partenariats public-privé et l'atténuation des risques fiduciaires par le biais d'une mise à niveau et de réformes institutionnelles continues.

3.4 Défis et opportunités de développement agricole au Rwanda

3.4.1 Défis de développement agricole au Rwanda

L'exiguïté des exploitations agricoles et la rareté des terres arables sont des défis majeurs pour la productivité et la rentabilité de la majorité des agriculteurs au Rwanda (MINAGRI, 2018). Le Rwanda est un petit pays dont les terres arables représentent environ 48% de la superficie totale de 26.338 km². Selon les statistiques de l'EICV 4 (NISR, 2015a), environ 96% des ménages ruraux dépendent directement ou indirectement de l'agriculture pour leur subsistance. Bien que la taille moyenne des parcelles soit de 0,6 ha (souvent divisées en trois sous-parcelles), environ 30% des ménages cultivent moins de 0,2 ha (représentant environ 5% du total des terres arables), et environ 25% cultivent plus de 0,7 ha (représentant 65% des terres agricoles nationales). De plus, 15% des ménages ruraux exploitent moins de 0,1 ha (voir Figure 11), dont beaucoup sont dirigés par une femme et ne cultivent que 1,3% des terres cultivables nationales (MINAGRI, 2018).

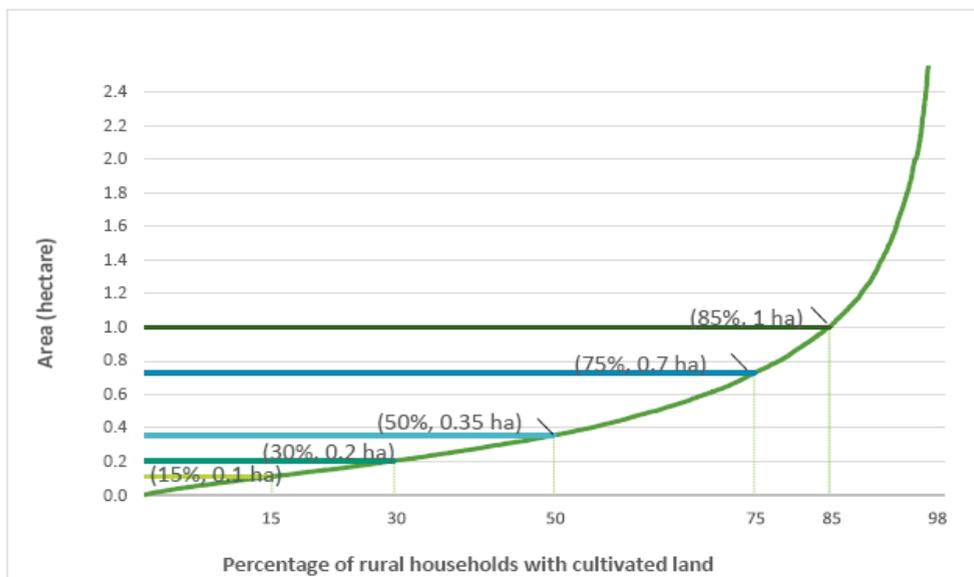


Figure 11. Distribution des ménages agricoles selon la superficie de terre exploitée.

Note : « Area » signifie « Superficie » ; « Percentage of rural households with cultivated land » signifie « Pourcentage des ménages ruraux avec terre cultivée ».

Source : MINAGRI (2018).

Pour pallier une dépossession ou décapitalisation de la terre des petits exploitants agricoles, il n'est plus permis de morceler une parcelle de moins d'un hectare (voir la Loi Organique No. 8/2005 du 14/07/2005 portant le régime foncier au Rwanda²⁹ ; Ali & Deininger, 2014 ; Ali et al., 2019). Par ailleurs, le développement du marché des terres et les mécanismes pour attirer les investissements, surtout dans le secteur agricole, conduisent à l'accaparement des terres par l'Etat et les élites locales (Nyenyezi Bisoka & Ansoms, 2020).

Pour beaucoup de ces agriculteurs, les exploitations sont tout simplement trop petites pour produire un excédent commercialisable et, par conséquent, elles ne peuvent pas sortir facilement de la pauvreté ou de la malnutrition. Certains peuvent trouver un emploi hors ferme, mais ils auront toujours besoin d'un soutien par le biais de programmes de protection sociale.

En plus de la petite taille des exploitations et de la disponibilité réduite des terres qui ne permettent pas de produire un excédent commercialisable, il y a une gamme d'autres facteurs qui handicapent le développement agricole au Rwanda. On peut commencer avec la fragmentation des terres qui a des caractéristiques géographiques distinctes. Les statistiques agricoles montrent que les provinces de

²⁹ L'Arrêté Ministeriel No. 001/16.1 du 30/01/2013 modifiant et complétant l'Arrêté Ministériel n°001/16.01 du 26/04/2010 portant partage des propriétés foncières précise aussi que « Une propriété foncière à partager doit avoir une superficie suffisante de façon que, si elle est partagée, chaque partie reçoive un lopin de terre ayant au moins un (1) hectare. » (Voir Article 2, alinéa 2).

l'Ouest, du Nord et du Sud couvrent 46,5% du total national des terres arables. Dans ces provinces, 40 à 50% des agriculteurs possèdent des exploitations agricoles de moins de 0,2 hectare. Les très petites exploitations sont concentrées dans la province occidentale (31% du total national). À Rubavu, dans la province de l'Ouest, près de 70% des agriculteurs ont des parcelles de moins de 0,2 hectare (NISR, 2015a). Ce niveau de fragmentation des terres fait que l'agriculture au Rwanda soit principalement une agriculture de subsistance, avec des rendements réduits en dessous du potentiel (voir tableau 8) à cause d'un accès limité au financement, aux assurances, à la technologie, aux compétences, à l'irrigation, à la mécanisation, aux semences, aux engrais et à d'autres intrants essentiels (MINAGRI, 2018).

Tableau 8. Comparaison du rendement potentiel au rendement actuel des cultures prioritaires au Rwanda.

No	Culture	Rendement potentiel (Tonnes/ha)	Rendement actuel (Tonnes/ha)	Déficit	
				Tonnes/ha	Pourcentage
1	Maïs	3,79	1,18	2,61	68,87
2	Haricot	1,60	0,84	0,76	47,50
3	Riz	6,69	4,01	2,68	40,06
4	Blé	3,17	1,11	2,06	64,98
5	Manioc	38,89	14,84	24,05	61,84
6	Pomme de terre	20,00	8,69	11,31	56,55
7	Soya	2,25	0,50	1,75	77,78
8	Légumes	30,00	10,39	19,61	65,37

Note : Les informations sur les rendements potentiels des cultures sont extraites des fiches techniques publiées en 2007 par l'AFSR (Appui à la filière semencière au Rwanda). La moyenne pour différentes variétés a été calculée par l'auteur. En ce qui concerne le rendement actuel des cultures, nous avons examiné les statistiques des données de l'enquête agricole saisonnière, saison 2019 B, publiées par l'Institut National des Statistiques du Rwanda. De plus, CIP signifie Programme d'intensification des cultures au Rwanda.

Il faut aussi signaler le problème de sous-emploi dans le secteur agricole suite à la fragmentation des terres : les exploitants agricoles indépendants travaillent 20 heures par semaine en moyenne (NISR, 2015a), ce qui fait que l'agriculture n'arrive pas au niveau de performance nécessaire pour répondre à la croissance rapide de la population, nourrir les villes et créer des emplois ruraux. Alors que la part de l'agriculture dans l'emploi total continuera à diminuer (compte tenu de la transformation structurelle), on prévoit annuellement environ 60.000 à 80.000 nouveaux arrivants dans l'agriculture. De 2012 à 2032, l'exode rural devrait quadrupler, le nombre de ménages urbains passant de 0,4 million à 1,6 million et les zones rurales devraient employer 1,3 million de nouveaux ménages où l'agriculture sera probablement la principale source attendue de revenus. Pour répondre à ces

problèmes, il faut initier des emplois ruraux non agricoles et renforcer la productivité des terres agricoles via l'adoption de techniques agricoles innovantes en agriculture et en dehors de la ferme.

L'accès étroit au financement agricole limite la capacité des petits agriculteurs de subsistance à prendre des risques nécessaires pour accroître leur productivité et / ou leur rentabilité. Le secteur agricole a des besoins de financement spécifiques, qui diffèrent des produits destinés à d'autres secteurs économiques.

Le financement agricole doit suivre un schéma saisonnier avec un pic au moment de l'acquisition des intrants et au stade post-récolte, de sorte que la période d'amortissement requise est plus courte que l'immobilier et plus longue que la plupart des produits de microfinance. Les produits répondant à ces besoins en sont encore à leurs débuts, avec des exigences en matière de garantie qui vont souvent au-delà de la taille du prêt et des taux d'intérêt pouvant atteindre 21% (USAID & PSDAG, 2015). Comparées aux hommes, les femmes ont un accès limité aux financements formels et sont plus susceptibles d'être exclues financièrement (NISR, 2016d). Selon les données du Bureau de surveillance de l'égalité des sexes, 25,5% seulement des bénéficiaires de prêts sont des femmes, ce qui montre qu'il est souhaitable de disposer davantage de produits financiers pour répondre aux besoins particuliers des femmes.

À cause des disparités, le secteur agricole ne parvient pas actuellement à maximiser la contribution et les avantages des femmes et des jeunes. Plus de femmes que d'hommes travaillent dans l'agriculture, 92% contre 77%. Environ 25% des ménages ruraux au Rwanda sont dirigés par une femme, tandis que les jeunes en âge de travailler (âgés de 15 à 34 ans) représentent 77% de la population rurale (NISR, 2014). Les agriculteurs et les agricultrices sont généralement caractérisés par des relations de pouvoir inégales dans la gestion de leurs ménages, laissant aux femmes un pouvoir décisionnel très limité, ce qui limite leur contrôle sur les actifs agricoles, les intrants, la production et les opportunités de renforcement des capacités, entraînant une faible productivité agricole.

Le résultat en est que les parcelles des agricultrices sont généralement moins productives que celles gérées par des hommes. De plus, les femmes travaillant dans l'agriculture sont plus vulnérables au changement climatique et à la dégradation des terres car elles n'ont généralement pas d'autres alternatives pour gagner leur vie. L'inclusion relativement faible des femmes dans les services financiers formels (NISR, 2016d) limite leur participation à l'agroalimentaire et donc leur potentiel de revenus par rapport aux hommes. De plus, l'engagement et la contribution de la jeunesse rwandaise au secteur agroalimentaire peuvent être améliorés. La réticence des jeunes à s'engager dans le secteur de l'agriculture et de l'agroalimentaire est entretenue par la perception générale que l'agriculture n'est ni rentable ni attrayante, et qu'elle n'est pas souhaitable pour ceux qui ont un niveau d'enseignement supérieur. Il est essentiel d'attirer des jeunes qualifiés pour assurer l'esprit d'entreprise, car il incite le secteur agroalimentaire rwandais à offrir davantage de produits agricoles (y compris les produits de transformation) de haute qualité.

D'autres facteurs sont nécessaires pour favoriser le développement de l'agriculture au Rwanda. La stratégie visant la promotion des investissements dans

l'industrie agroalimentaire a été initiée pour permettre aux investisseurs d'accéder aux informations relatives aux réglementations, les conditions pédologiques et climatiques, les informations sur les marchés, les coûts des intrants et de la main-d'œuvre, des informations sur les processus et les principaux acteurs institutionnels (MIANGRI, 2017b). C'est ainsi que le gouvernement cherche à améliorer sa capacité à répondre aux besoins des investisseurs en renforçant la coordination entre ses agences afin de permettre les entreprises agricoles (locales et étrangères) d'être rentables.

Etant donné que la population est relativement jeune (NISR, 2014) et que les niveaux d'éducation chez les agriculteurs sont généralement faibles (66% des exploitants agricoles ont suivi un enseignement primaire, 26% n'ont pas été scolarisés) (voir NISR, 2016b), il faut aussi penser à la création de l'emploi pour les jeunes, aux investissements qui permettront aux jeunes entrepreneurs de se familiariser avec l'agriculture moderne et l'agroalimentaire, et en couvrant le déficit des compétences en agriculture qui limite la productivité et la rentabilité. Au-delà de l'éducation formelle, les agriculteurs ont besoin de compétences en agronomie et en « agriculture en tant qu'entreprise » pour optimiser les terres et les pratiques culturales et pour faire des choix d'investissement éclairés pour une production et / ou une rentabilité accrue. L'ambition du secteur agricole de se transformer en un secteur moderne, vert et à forte valeur ajoutée ne peut être réalisée que si les agriculteurs sont dotés des compétences nécessaires pour améliorer leurs systèmes de production. En plus de cela, il faut renforcer les compétences des acteurs de la chaîne de valeur rurale afin de répondre à la demande de main-d'œuvre des grands investisseurs agricoles et agro-transformateurs.

À la suite des contraintes foncières du Rwanda, la dégradation des terres constitue une menace pour les performances de l'agriculture. Malgré les efforts fournis pour prévenir et réduire la dégradation des sols tels que le recours aux terrasses et à d'autres mesures, les conditions topographiques combinées à des précipitations abondantes et souvent intenses entraînent l'érosion et la dégradation des sols. Il faut signaler aussi que l'acidité du sol rend les terres moins productives. Selon le rapport sur la situation de l'environnement au Rwanda (REMA, 2015), « *environ les trois quarts des sols rwandais sont acides, ont un pH inférieur à 5,5 et présentent un déficit en azote ou en phosphore* ».

Le bon fonctionnement des marchés de produits agricoles et des chaînes de valeur favorisent aussi bien la rentabilité des exploitations que la sécurité alimentaire. Il faut ainsi mettre en place les facilités répondant aux questions d'infrastructure de marché, d'accès au marché, de mesures sanitaires et phytosanitaires, d'information de marché, de logistique et de réglementation du commerce pour garantir une meilleure situation pour les consommateurs, les agriculteurs et les commerçants. Par conséquent, les prix des produits alimentaires seraient similaires dans tout le pays - séparés uniquement par le coût du transfert des produits d'un marché local à un autre. De plus, les zones locales seraient plus résistantes aux chocs de production locaux, à mesure que la variété et l'accès à la nourriture d'autres zones augmenteraient.

Au Rwanda, le secteur agricole fait face à différents risques, plus particulièrement les parasites et autres maladies, mais aussi les précipitations irrégulières et les sécheresses périodiques (surtout dans la province de l'Est). Ces risques limitent la productivité nationale et peuvent avoir des conséquences très graves pour les agriculteurs et les communautés rurales : en général, 27% des ménages ont subi un choc, et spécifiquement 35% au niveau des ménages pauvres (GMO, 2017). Les chocs les plus fréquents étaient liés aux conditions météorologiques ; allant de sécheresses ou de pluies irrégulières à des maladies graves et des accidents dans le ménage, suivis d'une réduction de l'emploi / des revenus. Les résultats de l'évaluation des risques doivent être intégrés aux processus et pratiques d'élaboration de politiques. Les parties prenantes potentiellement concernées doivent avoir accès aux données relatives aux risques pour éclairer leurs décisions. Pour que les performances agricoles augmentent de manière durable, il est nécessaire d'aider les agriculteurs à améliorer leur résilience aux risques liés à la production, au climat et aux marchés.

3.4.2 Opportunités de développement agricole au Rwanda

La création des marchés nationaux et régionaux pour un éventail croissant de produits agricoles rwandais a été favorisée par une forte croissance économique. La croissance économique en Afrique de l'Est est parmi les plus rapides au monde (IMF, 2016) et la réputation du Rwanda comme offreur de produits agricoles de qualité, produits de manière durable correspond bien à la demande croissante de produits transformés et de produits alimentaires dans les centres urbains africains. A l'intérieur du pays, il existe des possibilités de substitution aux importations, notamment des aliments nutritifs de grande valeur pour répondre aux demandes d'une classe moyenne urbaine en pleine croissance. Il existe aussi des opportunités pour les stratégies nationales d'exportation axées sur des produits de niche de haute qualité en concurrence sur des marchés à prix plus élevés et à volatilité moindre, au service d'un consommateur de la classe moyenne exigeant qualité et sécurité alimentaire.

L'ouverture du Rwanda envers l'extérieur favorise la place du commerce régional et international dans l'économie (NISR, 2017). Depuis 2000, la part cumulée de la valeur des importations et des exportations dans le PIB est passée de 31 à 48%. A partir d'une base faible, les exportations ont connu une croissance rapide, avec une croissance annuelle de 13,2% entre 2000 et 2016. En conséquence, la base des exportations est 7,2 fois plus importante en 2017 qu'elle ne l'était au début du siècle, augmentant sa part dans le PIB de 6 à 15%. Les exportations de services ont enregistré une croissance annuelle de 16,3%, tandis que les exportations de biens ont augmenté de 10,6% (NISR, 2017) par an au cours de la même période. Les importations totales ont augmenté en moyenne de 10% par an, leur part du PIB passant de 25 à 33% (NISR, 2017) entre 2000 et 2016. La figure 12 décrit l'évolution de la balance commerciale au Rwanda de 1999 à 2017.

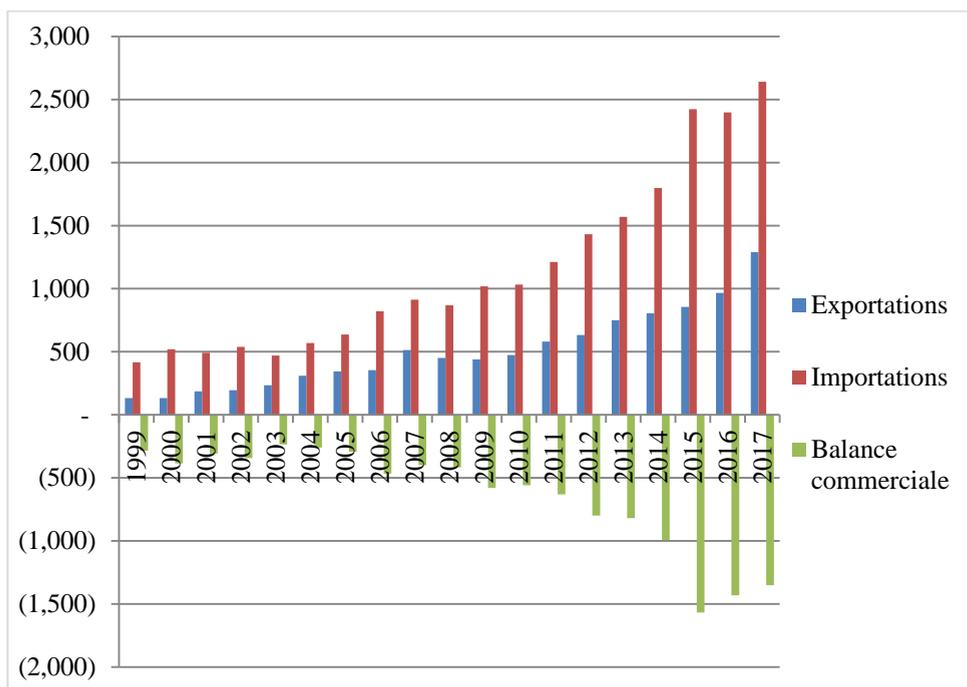


Figure 12. Evolution de la balance commerciale du Rwanda (1999 à 2017).

Note : En ordonnée de ce graphique, les chiffres sont en milliards de FRW (aux prix constants de 2014).

Source : NISR (2018e).

Le déficit commercial du Rwanda se serait en principe réduit par le soutien de la production nationale (via l'augmentation de la productivité), la promotion de « Made in Rwanda », et la diversification des exportations (Malunda, 2012). La croissance du commerce extérieur est principalement due à la collaboration accrue entre le Rwanda et ses partenaires régionaux (la Communauté de l'Afrique de l'Est, CAE ; le Marché Commun de l'Afrique Orientale et Australe, COMESA - sigle en anglais ; et la Communauté Economique des Etats de l'Afrique Centrale, CEEAC) qui ont permis d'améliorer les procédures commerciales et de réduire considérablement les délais et les coûts du commerce maritime. Bien que le Rwanda profite du commerce international, l'ouverture accrue crée à la fois des gagnants et des perdants : les consommateurs bénéficient d'un plus grand choix de biens et de services, les producteurs de biens et de services pour lesquels le Rwanda dispose d'un avantage comparatif gagneront également, et de nouvelles opportunités apparaîtront dans ces secteurs. Par contre, les producteurs de biens et de services pour lesquels le Rwanda ne dispose pas d'avantage comparatif risquent de perdre du fait de l'intégration accrue du marché à court et moyen terme, confrontés à une

concurrence accrue. Par conséquent, l'ouverture accrue poussera probablement la production agricole vers ses avantages comparatifs.

En plus de la population jeune, même si la croissance démographique est un défi pour le développement agricole, c'est aussi une opportunité. Associé à un environnement favorable aux entreprises, la jeune population rwandaise peut constituer un atout pour créer de nouvelles entreprises et tirer parti des nouvelles technologies agricoles. Les programmes de soutien financier aux jeunes entrepreneurs tels que le Fonds de développement des entreprises (BDF) et la Fédération du secteur privé (PSF) vont encourager l'entrepreneuriat des jeunes dans le secteur agroalimentaire en offrant une plate-forme visant à créer des liens entre les entreprises et à faire évoluer les mentalités des jeunes en matière d'agroalimentaire.

L'évaluation de la compétitivité des cultures en 2016 a révélé que les rendements de plusieurs cultures représentaient moins de la moitié de leur potentiel, compte tenu des conditions agro-climatiques (MINAGRI, 2018). Ainsi, l'innovation agricole peut contribuer à améliorer la sécurité alimentaire, augmenter le rendement agricole et la productivité animale, augmenter les revenus des agriculteurs, et protéger les ressources naturelles. En outre, les pertes après récolte ont été évaluées, pouvant atteindre 30% dans certaines chaînes de valeur agricoles. Des opportunités existent également pour améliorer la productivité du bétail. Des gains de productivité peuvent être réalisés en améliorant la disponibilité et l'accès à des aliments pour animaux de bonne qualité (fourrage, formulation d'aliment, composition), en valorisant les ressources génétiques animales et en améliorant les connaissances en matière d'élevage, de santé animale et de gestion des maladies. La mise à niveau des ressources animales, notamment par le biais de pratiques améliorées de sélection des races locales, offre un réel potentiel, car les races traditionnelles ont un faible potentiel génétique et une faible production de lait, d'œufs et de viande. L'efficacité de l'usage des technologies de l'information et de la communication (TIC) peut contribuer à accélérer la croissance agricole en fournissant des informations appropriées et en temps voulu aux agriculteurs et aux autres partenaires. Selon les experts de l'agriculture (MINAGRI, 2018), les services de base où les TIC peuvent avoir un impact sont notamment le développement d'une interface utilisateur commune et d'un référentiel d'informations sur les agriculteurs et les exploitations agricoles ; l'accroissement des compétences et les connaissances des agriculteurs grâce à l'apprentissage en ligne ; la contribution à la création d'emplois chez les jeunes de l'agriculture et des services périphériques ; l'amélioration de l'accès à l'information, à la connaissance et aux marchés agricoles ; et l'élargissement de l'accès aux services financiers ruraux et agricoles et leur utilisation.

Parmi les moyens permettant d'augmenter les rendements et contribuer à réduire la pression foncière, il y a notamment la recherche, la vulgarisation, les systèmes d'intrants et le crédit agricole. En outre, il existe des possibilités d'ajouter de la valeur nutritionnelle et économique en réduisant les pertes après récolte, en investissant dans la manutention, le stockage et la transformation. Des partenariats plus pluralistes avec les universités, les organisations paysannes et le secteur privé peuvent produire des innovations dans les domaines de la science, de la technologie,

de la vulgarisation, des politiques et de l'apprentissage social afin de répondre aux objectifs de développement agricole du Rwanda. Les solutions innovantes locales peuvent servir de catalyseur à la transformation de l'agriculture rwandaise. Conscient de tout cela, le Rwanda a adhéré au Programme Scientifique de l'Agriculture pour l'Afrique, S3A en abrégé (MINAGRI, 2018), qui servait de cadre à la réalisation des objectifs de Malabo³⁰. Selon Nin-Pratt et al. (2010), le S3A vise des taux de rendement élevés sur les investissements dans la science pour l'agriculture, de l'ordre de 40 à 60%, mis en évidence de manière constante dans plusieurs études mondiales menées dans différents pays à différents stades de développement.

3.5 Stratégies de développement agricole au Rwanda

Cette section se concentre sur les stratégies relatives à l'innovation et à la vulgarisation agricole, les stratégies pour la promotion de la productivité et de la résilience, les stratégies pour l'accès au marché et l'accroissement de la valeur ajoutée, les stratégies pour l'établissement de l'environnement propice et la mise en place d'institutions réactives. La figure 13 présente les aspirations de développement du Rwanda à long terme, de 2017 à l'horizon 2050.

³⁰ La Déclaration de Malabo en 2014 : lors de la 23^e Assemblée de l'Union Africaine, les chefs d'Etats africains ont réaffirmé leurs engagements d'affecter 10% des ressources publiques à l'agriculture. Ils décident aussi d'aller au-delà de l'agriculture pour aboutir à la sécurité alimentaire : à côté des engagements dans le domaine de l'agriculture (irrigation, mécanisation, réduction des pertes après récoltes), les Chefs ont pris aussi les engagements dans les domaines des infrastructures, ressources naturelles, régime foncier, commerce et nutrition (Union Africaine, 2015).

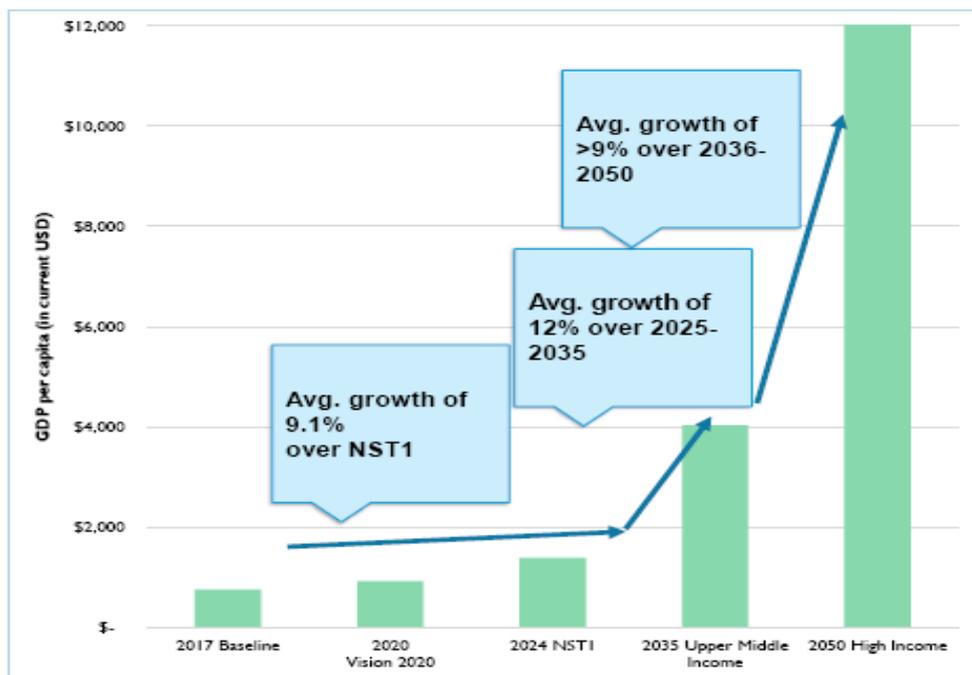


Figure 13. Aspirations des Rwandais pour le développement d'ici 2050.

Note : « Avg. Growth of » signifie « croissance moyenne de » ; « GDP per capita in current USD » signifie « PIB par habitant aux prix courants, en USD » ; « Baseline » signifie « Base de référence » ; « Upper Middle Income » signifie « Revenu moyen supérieur » ; « High Income » signifie « Revenu élevé ».

Source : RoR (2000) ; RoR (2011) ; RoR (2017) ; MINECOFIN (2019).

Les paragraphes suivants (de 3.5.1 à 3.5.4) présentent les domaines et les stratégies de développement du secteur agricole durant la période allant de 2018 à 2024. Les informations présentées dans ces paragraphes sont principalement tirées de la Politique Nationale de l'Agriculture (MINAGRI, 2017) et du Plan Stratégique pour la Transformation de l'Agriculture (MINAGRI, 2018).

3.5.1 Stratégies relatives à l'innovation et à la vulgarisation agricoles

3.5.1.1 Situation actuelle de la productivité et la commercialisation des produits agricoles

Depuis l'année 2000, l'agriculture rwandaise a connu des progrès remarquables. Avec une contribution de 32,7% au PIB en 2015, l'agriculture reste le principal moteur de la croissance économique (7,6%, de 2000 à 2015) et de la réduction de la pauvreté. Elle a contribué à 7,6% de la croissance économique de 2000 à 2015, et à 35% de la baisse totale des taux de pauvreté au cours de la dernière décennie. Le cadre politique bien établi, facilitant en particulier un meilleur accès à de meilleurs intrants agricoles, a largement contribué à la performance positive du secteur

agricole. En conséquence, la production totale de manioc, de maïs, mais aussi de lait, de viande, de poisson et d'œufs a plus que doublé entre 2005 et 2015 (voir MINAGRI, 2017).

Malgré ces développements positifs, le Rwanda n'a pas encore atteint son potentiel de production agricole. Bien que les rendements des principales cultures aient considérablement augmenté de 2000 à 2011, ils sont actuellement estimés à environ 40-50% de leur potentiel de production, ce qui indique une utilisation encore sous-optimale des facteurs de production. La taille de l'exploitation agricole est petite : un ménage rural exploite 0,6 ha en moyenne et compte 2 à 5 animaux. La majorité des ménages ruraux (96%) dépendent exclusivement de l'agriculture comme source de revenus. De plus, les projections prévoient une augmentation de la population rurale de 2,5 à 3,5 millions de personnes supplémentaires d'ici 2032, ce qui devrait exercer une pression accrue sur les ressources foncières et les revenus agricoles, à moins que d'autres possibilités d'emploi ne se présentent. Du côté de la production animale, la productivité du bétail est restée constamment faible au fil du temps. Cela est lié à la rareté de la bonne qualité et à la quantité d'aliments pour animaux, aux faibles taux de croisements, ainsi qu'au manque de connaissances en matière de gestion du bétail (voir MINAGRI, 2017).

Pour que l'agriculture continue à remplir son rôle dans la croissance économique et dans la réduction de la pauvreté, les autorités rwandaises mettront en place de nouvelles politiques qui stimuleront la croissance de la productivité pour une production alimentaire nutritionnelle élargie, tout en ouvrant de nouvelles opportunités pour la diversification des revenus agricoles, afin d'assurer de nouvelles réductions de la pauvreté rurale et de transformer le secteur dominant de l'agriculture de subsistance dans un secteur agricole compétitif et axé sur le marché (voir MINAGRI, 2017).

3.5.1.2 Actions politiques envisagées pour renforcer la productivité et soutenir la commercialisation des produits agricoles

Les stratégies mises en place pour améliorer la sécurité alimentaire et nutritionnelle, ainsi que pour augmenter la productivité agricole, la commercialisation et les revenus incluent la promotion de la valeur ajoutée agricole, la lutte contre la fragmentation des terres, la réduction des pertes après récolte, l'accès accru au marché, la disponibilité et l'accès à des aliments abordables, nutritifs et sûrs dans les zones rurales, le commerce intra-régional des produits et services agricoles, ainsi que la recherche agricole pour le développement. Les détails sur toutes ces stratégies sont fournis ci-après (MINAGRI, 2017).

Promouvoir une valeur ajoutée élevée pour l'agriculture rwandaise : Les autorités rwandaises comptent sur l'élargissement de la gamme des produits agricoles vers des cultures (par exemple, horticulture, café et thé) et du bétail de haute valeur ajoutée pour accroître et diversifier les exportations et maintenir des revenus plus élevés. Pour ce faire, il faudra tenir compte de la capacité de main-d'œuvre abondante dans le secteur agricole et ainsi promouvoir le développement d'un secteur à forte intensité de main-d'œuvre.

Favoriser une réponse politique active à la fragmentation des terres, en renforçant la coopération avec les producteurs et la location de terres.

Encourager une meilleure gestion après récolte, tout en soutenant activement l'émergence de la transformation agroalimentaire : Les agriculteurs et transformateurs agroalimentaires rwandais bénéficieront d'un environnement plus propice pour réduire les pertes après récolte. À cette fin, ils seront équipés avec les compétences et les connaissances nécessaires sur le traitement post-récolte des produits agricoles, à utiliser de plus en plus des techniques de conservation des aliments (par exemple le séchage, la mise en conserve ou la transformation à petite échelle dans les cultures et le bétail) et à construire des installations de stockage et de refroidissement, ainsi que des banques de semences communautaires, afin de limiter la dépendance à l'égard des semences externes / hybrides et plus coûteuses, qui ne sont souvent pas disponibles dans les qualités souhaitées. Comme résultat, ils pourront capitaliser sur l'approvisionnement des marchés agricoles locaux ou des marchés intérieurs plus importants, tels que les centres urbains qui devraient croître davantage au cours des prochains quinze ans.

Améliorer l'accès des agriculteurs aux marchés, notamment grâce à une meilleure intégration de la chaîne de valeur : Une fois les marchés agricoles sont garantis, les exploitants agricoles vont continuer à orienter leur capacité vers une productivité agricole élevée. Ensuite, la stabilisation des intrants / extrants agricoles permettra de soutenir le revenu agricole à court, moyen et long terme. La stabilisation des prix et des revenus par les marchés sont des interventions politiques qui pourraient empêcher les effets négatifs de la variabilité des prix des intrants et/ou des extrants. Cette dernière affecte le revenu agricole et réduit par la suite les moyens de subsistance des agriculteurs, ce qui affecte négativement les conditions de vie des ménages des exploitants agricoles : elle implique une réduction de leurs dépenses, le retrait des enfants de l'école, une réduction de la consommation alimentaire et la vente d'actifs de production tels que la terre et /ou le bétail.

Améliorer la disponibilité et l'accès à des aliments abordables, nutritifs et sûrs dans les zones rurales : En vue de promouvoir l'augmentation de la production d'aliments de base, les efforts se sont concentrés sur l'amélioration de la disponibilité et de l'accessibilité des aliments riches en éléments nutritifs. Selon les témoignages sur les alimentations du bilan alimentaire au Rwanda, cela a été un succès. Mais ce succès s'est seulement traduit par une concentration sur l'apport calorifique, plutôt que par une diversification alimentaire.

Poursuivre le processus d'approfondissement d'un commerce régional et international et une meilleure intégration des connaissances avec les économies voisines : Dans ce cadre, le Rwanda vise à tirer parti des avantages offerts par l'intégration avec les blocs commerciaux régionaux, notamment la Communauté de l'Afrique de l'Est (EAC) et le Marché commun de l'Afrique orientale et australe (COMESA). Celles-ci offrent les meilleures opportunités pour les marchés d'exportation, les couloirs de transport et la coopération commerciale transfrontalière, tout en préparant le pays à attirer des investissements, à stimuler la compétitivité et la transition d'une économie agricole de subsistance vers une économie commerciale axée sur l'exportation. Les stratégies définies par le

MINAGRI pour stimuler le commerce intra-régional des produits et services agricoles comprennent (MINAGRI, 2017) : (i) la promotion de l'investissement du secteur privé ; (ii) la diversification des exportations et l'amélioration des exigences de qualité des exportations, en particulier le renforcement des normes sanitaires et phytosanitaires pertinentes pour le commerce ; (iii) le renforcement de la collaboration avec d'autres institutions gouvernementales pour mettre en œuvre les accords commerciaux transfrontaliers (non seulement ces accords mais aussi l'accord de facilitation des échanges) ; et (iv) l'amélioration des systèmes d'information et des programmes de certification, et l'octroi d'incitations à l'exportation.

Renforcer la recherche agricole pour le développement : Cette politique indique que la recherche stratégique pour le développement agricole au Rwanda s'articulera autour de quatre thèmes, à savoir (MINAGRI, 2017) : (i) l'amélioration de la capacité de recherche de l'Agence Rwandaise de Développement Agricole (RAB) et la rationalisation institutionnelle de la recherche pour mieux jouer son rôle central de moteur de la transformation agricole, (ii) l'amélioration de la santé des sols et de la résilience au stress environnemental pour une augmentation de la productivité et l'amélioration des moyens de subsistance, (iii) l'augmentation de la productivité des cultures et de l'élevage grâce à des technologies innovantes pour une sécurité alimentaire durable et la génération de revenus, et (iv) l'augmentation de la productivité des ressources animales en vue de satisfaire les demandes actuelles et futures de produits de l'élevage sur les marchés nationaux et d'exportation.

3.5.2 Stratégies pour l'accroissement de la productivité et la promotion de la résilience

3.5.2.1 Etat des lieux sur la résilience et l'intensification durable

La performance de l'agriculture rwandaise est influencée par des conditions topographiques et climatiques. Plus de 70% de cette agriculture est pratiquée sur des pentes allant de 5 à 55% d'inclinaison, ce qui conduit à l'érosion et à la dégradation des sols. On enregistre ainsi les pertes de sols peuvent varier entre 20 et 150 tonnes / ha chaque année. L'acidité des sols influence négativement la disponibilité et l'absorption de plusieurs nutriments essentiels, et limite également la croissance des racines et l'accès à l'eau et aux nutriments, ce qui résulte en une faible productivité. Selon le Rapport du Gouvernement sur l'Etat de l'Environnement (REMA, 2015), environ les trois quarts des sols du Rwanda sont acides, avec un pH inférieur à 5,5 et avec une carence en azote ou en phosphore. Le secteur agricole est généralement dominé par l'agriculture à petite échelle (environ 80% des ménages agricoles) qui s'appuie sur des technologies et des pratiques traditionnelles qui la rendent particulièrement vulnérable à la variabilité ou aux changements climatiques. Par conséquent, les rendements moyens des cultures sont faibles par rapport aux rendements potentiels et sont exposés à des risques tels que les chocs liés aux conditions météorologiques et les épidémies de ravageurs et de maladies.

Le secteur de l'élevage passe du pastoralisme traditionnel vers l'intensification par le pâturage confiné dans la plupart des régions du pays. Il est également touché par

la sécheresse, ce qui est à l'origine des pertes de production dans la chaîne de valeur laitière ont été les plus importantes lors des grandes sécheresses. Avec la rareté des terres et l'augmentation de la population, et sur base de la périssabilité des ressources naturelles, l'intensification de l'agriculture durable est une nécessité pour l'agriculture rwandaise. Le développement d'un secteur agricole résilient va s'appuyer sur les connaissances agro-écologiques, ce qui permettra aux petits agriculteurs de lutter contre la dégradation de l'environnement et le changement climatique de manière à maintenir une croissance agricole durable. Les efforts sont déployés pour améliorer les races locales à faible potentiel génétique en introduisant et en croisant avec des races exotiques afin d'augmenter la production du lait et de la viande. Cette politique identifiera également comment utiliser les races locales pour le développement touristique et perpétuer les races indigènes.

La pêche et l'aquaculture constituent un autre secteur de l'agriculture rwandaise. Ce secteur est sous-développé et a été exposé à un certain nombre de problèmes majeurs (MINAGRI, 2017) : (i) la variabilité climatique se traduit souvent par de fortes pluies et des inondations dans les vallées avec augmentation conséquente de l'envasement des systèmes d'eau, (ii) le manque de technologies de mise à niveau associées avec des recherches sur la pêche et l'aquaculture et (iii) une alimentation inadéquate des poissons en termes d'accessibilité et de disponibilité.

3.5.2.2 Actions politiques envisagées pour l'accroissement de la productivité et la promotion de la résilience du secteur agricole

Créer un cadre de gestion des risques pour le secteur agricole afin d'absorber les instabilités du marché et de la production. Les ravageurs et les maladies, mais aussi les précipitations irrégulières, sont les principaux risques agricoles toujours présents à travers le Rwanda. Bien qu'ils ne provoquent pas de grands écarts par rapport aux tendances générales des rendements ou à la production globale de cultures ou d'élevage à l'échelle nationale, leurs impacts sur la production expliquent probablement une partie des écarts de rendement du Rwanda. En pratique, la gestion des risques passera par (voir MINAGRI, 2017) :

- Le transfert de risques, via l'assurance agricole ;
- Une atténuation des risques et adaptation, grâce à la stabilisation des prix du marché et à d'autres outils ;
- Une promotion de la gestion durable de l'eau pour la résilience climatique dans les zones agricoles et rurales ;
- Le développement de systèmes d'irrigation, de barrages et de gestion des eaux du sol plus efficaces ;
- Une promotion des cultivars et des races animales adaptés aux impacts du changement climatique.

Restaurer, préserver et améliorer les paysages et les ressources naturelles en promouvant des pratiques agricoles et des moyens de subsistance durables. Pour assurer la sécurité alimentaire et améliorer les moyens de subsistance, la production agricole doit être intégrée de manière à maintenir les écosystèmes qui sont cruciaux pour les cultures, le bétail, les moyens de subsistance ruraux et d'autres secteurs. La résilience des systèmes agricoles sera soutenue par la restauration et la gestion des

écosystèmes, la prévention de l'érosion des sols, l'efficacité maximale de l'utilisation des intrants grâce à la gestion intégrée de la fertilité des sols et à la gestion intégrée du bétail (voir MINAGRI, 2017).

Construire une réputation de fournisseur de produits alimentaires durables et de qualité « Naturellement rwandais ». Le Rwanda vise à devenir un fournisseur reconnu de produits agroalimentaires de haute qualité et produits de manière durable, en particulier pour les consommateurs de plus en plus exigeants dans les centres urbains africains en pleine expansion. Cette politique reposera sur une évaluation solide des besoins en ressources et des potentiels économiques d'une telle approche, surtout sur la scène régionale. Mais aussi sur la scène mondiale, il contribuera à renforcer la réputation et la position du Rwanda en tant que fournisseur majeur de produits agricoles spécialisés de grande valeur pour discriminer les consommateurs sur les marchés à prix plus élevés. L'engagement du Rwanda à l'égard des principes d'intensification écologiquement durable est essentiellement basé sur son intérêt pour la conservation de l'eau, des sols et de la biodiversité en tant que fondement de la croissance de la productivité et de la résilience à long terme, ainsi que sur son intérêt pour l'élargissement des opportunités de marché.

3.5.3 Stratégies pour l'accès élargi au marché et l'accroissement de la valeur ajoutée

3.5.3.1 Etat des compétences et connaissances des systèmes agroalimentaires et l'offre d'emploi dans les zones rurales

De 2000 à 2015, le Rwanda a connu un développement économique rapide du Rwanda (7,6% en moyenne) et une urbanisation rapide (7% en moyenne). Ceci a contribué à une baisse de la part de l'emploi agricole de 88,6% en 2000 à 68% en 2014. A côté des projections démographiques dans les zones rurales de 2,5 à 3,5 millions de personnes supplémentaires, la population rurale en âge de travailler passera de 5,2 millions en 2014 à 6,6 millions (dont 4 millions sont des jeunes âgés de 14 à 35 ans) en 2032. Ceci requerra beaucoup d'efforts pour pourvoir en nombre croissant de meilleurs emplois ruraux à la ferme et hors ferme.

Pour que l'agriculture puisse continuer à jouer son rôle dans le développement économique et dans la réduction de la pauvreté, il faudra lutter contre toutes les contraintes techniques qui freinent l'amélioration de la productivité et l'augmentation de la production, en améliorant l'accès aux engrais, aux semences, aux races animales améliorées, etc. À l'avenir, les déficits de connaissances et de compétences seront le principal facteur de complication qui, s'il est corrigé, peut débloquent d'importants gains de productivité supplémentaires dans le secteur agricole. L'éducation et les niveaux de qualification sont également les plus importants prédictors de gains de productivité dans l'agriculture : les statistiques (voir NISR, 2016b) révèlent les grands besoins d'éducation, des connaissances et compétences en agriculture.

3.5.3.2 Actions politiques envisagées pour accroître l'accès au marché et l'accroissement de la valeur ajoutée

Les principales actions politiques entreprises par le gouvernement du Rwanda pour accroître l'accès des producteurs agricoles au marché et augmenter la valeur ajoutée agricole sont les suivantes (MINAGRI, 2017) :

- Favoriser le développement des compétences grâce au renforcement des connaissances et des systèmes d'information sur l'agriculture (Enseignement et formation professionnels, Accès à l'information pour les agriculteurs et autres parties prenantes du secteur).
- Promouvoir la diversification des revenus à la ferme et hors ferme en favorisant l'esprit d'entreprise. Les augmentations de revenus à la ferme peuvent être obtenues de plusieurs façons, tels que les gains de productivité au niveau de l'exploitation, une meilleure commercialisation, diversification du portefeuille de produits d'une ferme (avec atténuation des risques du marché et avantages environnementaux), ou ajout d'activités génératrices de revenus à la ferme (telles que transformation agroalimentaire à petite échelle ou agrotourisme). Il existe une forte corrélation entre la capacité d'un ménage à générer des revenus supplémentaires en dehors de la production agricole primaire et son niveau de pauvreté : une plus grande dépendance à l'agriculture est associée à des niveaux de pauvreté plus élevés.
- Améliorer les compétences en littératie nutritionnelle dans la population en général (Engagement à travailler avec les consommateurs pour informer sur une alimentation saine, Offre diversifiée de produits agricoles et de conservation des aliments).

3.5.4 Stratégies pour l'établissement de l'environnement propice et la mise en place d'institutions réactives

3.5.4.1 Etat actuel d'un environnement favorable à l'interaction des partenaires de développement agricole

De nombreuses agences gouvernementales interagissent directement avec le MINAGRI pour un développement significatif et inclusif au Rwanda. En plus de cela, il y a aussi une multitude de parties prenantes privées (agro-industries, institutions financières), publiques (instituts de recherche, écoles, universités), non gouvernementales et internationales, qui jouent un rôle clé dans les services aux agriculteurs.

Le secteur agricole a de larges interfaces avec de nombreux autres secteurs : gestion de l'eau, environnement, commerce, administration des terres, éducation, transports, protection sociale, santé. La mise en place d'une structure efficace et définir les portefeuilles de chacune des institutions partenaires sont des préoccupations valables pour assurer les complémentarités et les synergies entre l'agriculture et d'autres secteurs. Il est important de veiller à ce que les politiques sectorielles ne se chevauchent pas et ne laissent pas de lacunes dans le service à leurs populations cibles. Il est également important que les différentes interventions soient bien alignées afin de maximiser les avantages pour leurs bénéficiaires. Ceci est facilité par la décentralisation de l'administration publique qui sert de point focal

pour représenter les besoins des communautés locales et coordonner les réponses multisectorielles.

Bien que les besoins des services financiers soient les mêmes pour les individus en milieu rural que dans les milieux urbains, l'accès des exploitants agricoles au financement est actuellement très limité. Seulement 18% des personnes principalement employées dans l'agriculture utilisent les services d'une banque, mais 47% d'entre elles dépendent d'autres institutions financières formelles (NISR, 2016d). Par rapport à d'autres secteurs, la part du crédit à l'agriculture reste faible malgré son augmentation dans ces dernières années : elle a passé de 3% en 2006 jusqu'à 12% en 2011. Les contraintes financières affectent les agriculteurs, notamment au stade post-récolte et les producteurs impliqués dans les cultures de base. Il convient également de noter que les efforts pour permettre aux jeunes de rejoindre le secteur seront encouragés par la facilité pour eux d'obtenir des fonds auprès des institutions financières et en les aidant à obtenir des prêts bon marché, à préparer des projets bancables, à obtenir des prêts à long terme et à donner les installations liées aux garanties.

3.5.4.2 Actions politiques envisagées pour l'établissement de l'environnement propice et la mise en place d'institutions réactives

Pour établir l'environnement propice au développement agricole au Rwanda et mettre en place des institutions réactives, les actions politiques suivantes sont envisagées (MINAGRI, 2017) :

- Faciliter le transfert du rôle du gouvernement en passant d'acteur de marché à un activateur de marché ;
- Renforcer la coordination intra-gouvernementale sur la politique agricole et les questions transversales stratégiques (coordination horizontale) ;
- Améliorer l'efficacité et l'efficacité de la prestation de services, en facilitant l'administration décentralisée (coordination verticale) ;
- Développer le partenariat avec les agriculteurs et améliorer l'engagement de la société civile ;
- Promouvoir une programmation politique fondée sur des données probantes, en exploitant les données et en utilisant les technologies de l'information intégrées pour améliorer le suivi actuel des indicateurs de performance et la numérisation ; Améliorer l'environnement réglementaire des marchés des intrants, facteurs et extrants agricoles (Partenaires commerciaux en aval et en amont de l'agriculture pour le transfert de connaissances et de technologies ; accès prévisible et adéquation des services financiers aux besoins des agriculteurs et agro-transformateurs).

Approche méthodologique

4. Approche méthodologique

4.1 Introduction

Cette étude a utilisé les techniques de recherche aussi bien quantitatives que qualitatives. Les techniques quantitatives englobent les méthodes et les outils de collecte des données comme le questionnaire d'enquête et les différentes sources des données secondaires comme les bases des données de l'Institut National des Statistiques au Rwanda (NISR) et autres statistiques. L'enquête par questionnaire a été utilisée pour rassembler les données primaires quantitatives sur la production agricole (intrants, extrants, prix, etc.), la consommation, etc. des petits exploitants au Rwanda. Nous avons aussi eu recours à des techniques d'analyse des données numériques telles que le coefficient de corrélation, la méthode de régression locale, et la méthode de « *locally weighted scatterplot smoothing estimator, "lowess"* ». Nous avons utilisé les outils adéquats d'analyse statistiques comme SPSS, Stata et MicroSoft Excel pour analyser les données, ce qui nous a conduit à identifier les déterminants principaux de la productivité agricole et ceux de la sécurité alimentaire, ainsi qu'à déterminer le niveau de rentabilité des petites exploitations agricoles. Les détails y relatifs sont présentés principalement dans la section 4.4 dans ce chapitre.

Nous avons aussi utilisé des techniques qualitatives, notamment la recherche documentaire et la collecte des données secondaires, l'observation directe, et l'entretien dont les détails sont présentés sous le point 4.3.1 du présent chapitre.

4.2 Sources des données

4.2.1 La Collecte des données

Enquête documentaire : cette méthode nous a permis de consulter des ouvrages, revues, monographies, thèses, mémoires, journaux, documents officiels et rapports de travail et les bases de données spécifiques en rapport avec la problématique et les objectifs de notre recherche. L'analyse documentaire nous a permis de collecter l'information sur les exploitations agricoles dans le monde, et en Afrique en particulier, et de collecter les données secondaires indispensables pour la bonne complétion de l'étude. La figure 14 localise la zone d'étude, « Région agricole des sols de laves » qui couvre quelques secteurs des Districts de Burera, Musanze, Nyabihu et Rubavu.

En plus, un questionnaire d'enquête a été administré³¹ pour collecter les données quantitatives et qualitatives sur l'identification des agriculteurs, les conditions d'habitat, l'accès aux actifs productifs, les perceptions des exploitants agricoles au Rwanda sur les techniques agricoles actuellement mises en places pour la bonne gestion de la fertilité des sols, les techniques effectivement pratiquées par les exploitants agricoles, l'accès et le coût des intrants, la surface des terres cultivées, la production, l'accès au marché et le prix de vente pour la saison culturale 2019B

³¹ Le questionnaire a été administré en deux phases. La première phase a été l'enquête exploratoire (ou préliminaire) pour tester la convenance du questionnaire (juillet 2019), et la deuxième a été le travail de terrain ou enquête proprement dite (octobre-décembre 2019). Tout le travail a été fait par le chercheur lui-même.

seulement sur la culture principale exploitée mais non pas sur toutes les cultures exploitées au cours de la saison, ainsi que la consommation du ménage au cours de la semaine précédant le jour de l'enquête. Il faut ici noter que l'analyse statistique se rapportant sur un seul point dans le temps est généralement connue comme « analyse transversale » (en anglais, « *cross section analysis* » (Wooldridge, 2002 ; van Elst, 2019).

Observation directe : cette technique consiste à collecter des données de terrain en utilisant divers instruments, sans intervenir de manière significative sur le terrain et nous a permis de mieux comprendre certains aspects de notre thème comme par exemple, les opérations de production agricoles, l'acquisition des intrants agricoles et la consommation alimentaire des ménages des producteurs agricoles au Rwanda.

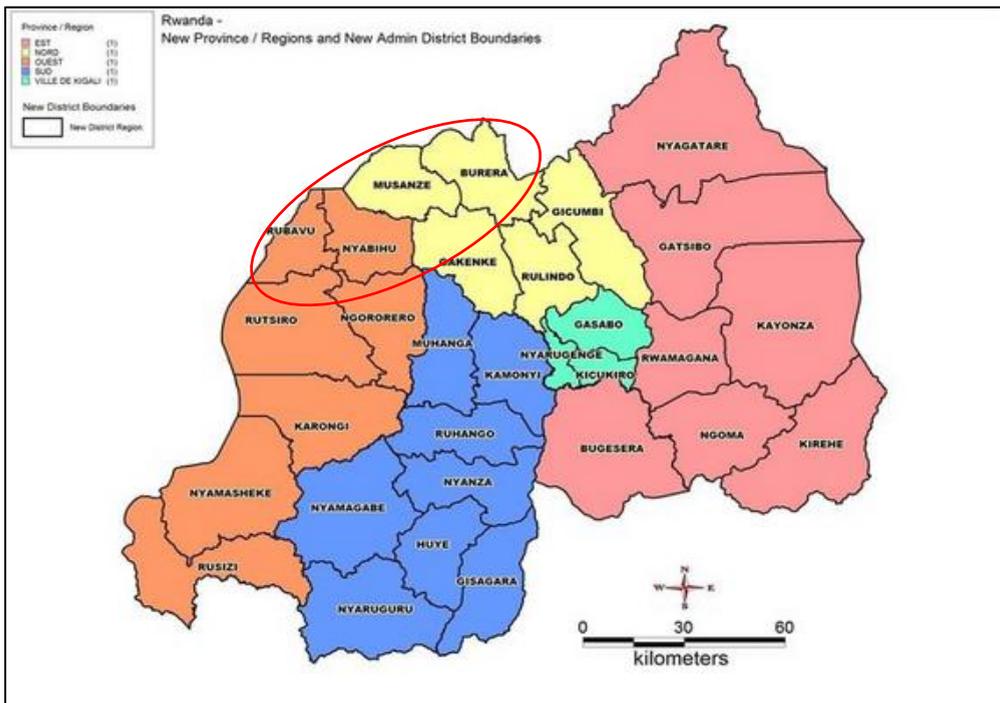


Figure 14. Localisation de la zone d'étude - région agricole des sols de laves au Rwanda (Districts de Burera, Musanze, Nyabihu et Rubavu).

Entretien : cette méthode comprend les échanges et des discussions avec les personnes ressources ciblées. Dans notre cas, nous avons partagé nos résultats de recherche (« *research findings* ») avec les experts de l'Agence Rwandaise de Développement Agricole (RAB) et les chercheurs dans le domaine agricole juste pour compléter les informations collectées auprès des producteurs, pour comprendre davantage l'état actuel de développement agricole au Rwanda. Elle nous a permis d'approfondir certains aspects présentés dans les rapports et diverses publications en

rapport avec les petites exploitations agricoles, et de discuter pour mieux comprendre l'organisation, le fonctionnement et la performance des petites exploitations agricoles ainsi que leurs effets sur le bien-être des ménages des producteurs agricoles au Rwanda.

4.2.2 Échantillonnage et détermination de la taille de l'échantillon

La sélection des répondants a suivi un processus aléatoire. Le tableau 9 décrit les étapes parcourues et les techniques utilisées pour déterminer l'échantillon.

Tableau 9. Processus et techniques d'échantillonnage.

Etape	Liste utilisée	Technique d'échantillonnage	Zone échantillonnée et taille de l'échantillon
Première	Liste des secteurs	Échantillonnage raisonné	Un secteur administratif est sélectionné dans chaque district dans la zone d'étude (les districts de Burera, Musanze, Nyabihu, et Rubavu). Les secteurs de Gahunga, Kinigi, Bigogwe et Nyakiriba sont choisis du fait qu'ils sont facilement accessibles et figurent parmi les premiers pour les activités agricoles.
Deuxième	Liste des cellules* administratives	Échantillonnage raisonné	Deux cellules sont sélectionnées au niveau de chaque secteur, sauf pour le Secteur de Bigogwe où 3 cellules ont été sélectionnées (au total 9 cellules dans la zone d'étude). Toutefois, nous avons limité le nombre d'enquêtés à 100 au niveau de chaque secteur.
Troisième	L'ensemble des exploitants agricoles	Échantillonnage aléatoire	Un échantillon aléatoire total de 400 producteurs agricoles a été considéré où une exploitation modèle a été sélectionnée pour chaque producteur repris dans l'échantillon.

Note : * Le Rwanda est organisé administrativement par ordre hiérarchique en 5 provinces (y compris la Ville de Kigali), 30 districts, 416 secteurs, 2.148 cellules, et 14.837 villages. Une cellule est une unité administrative en-dessous du secteur et au-dessus du village.

Deux échantillons indépendants ont été formés en trois étapes dans la région agricole des sols de laves. Lors de la première étape, nous avons sélectionné de façon raisonnée un secteur administratif dans chacun des quatre Districts. Les secteurs de Gahunga, Kinigi, Bigogwe et Nyakiriba sont choisis de façon aléatoire

respectivement dans les districts de Burera, Musanze, Nyabihu et Rubavu. Lors de la deuxième étape, deux ou trois cellules sont désignées au niveau de chaque secteur. Le choix des cellules a été raisonné selon deux critères principaux, notamment (1) l'agriculture est l'activité principale, et (2) la cellule est facilement accessible (c'est-à-dire connectée au réseau national routier). Pour la troisième étape, un échantillon de plus ou moins 50 petits producteurs agricoles a été sélectionné de façon aléatoire au niveau de chaque cellule, pour avoir plus ou moins 100 répondants au niveau du secteur administratif. Lors de la détermination de la taille totale de l'échantillon, nous avons considéré la population totale des 4 districts de 1.403.248 habitants (NISR, 2014) ; l'échantillon total est ainsi estimé à 400 répondants, le chiffre étant déterminé à l'aide de la formule de Yamane (1967) décrite par l'équation (1).

$$n = \frac{N}{1 - N(e)^2} \text{----- Equation (1)}$$

Où n=taille de l'échantillon, N=population totale de l'étude (N=1.403.248), et e=marge d'erreur (normalement fixée à 5% ou 0,05).

Avant de procéder à la collecte des données, selon les propos d'Angelsen et al. (2011), nous avons conduit de juillet à août 2019 une enquête préliminaire où 10 petits producteurs agricoles ont été interviewés dans les villages en dehors de notre zone d'étude. L'objectif spécifique de l'enquête préliminaire était de prendre connaissance du terrain, tester la clarté du questionnaire au niveau de l'enquêté, vérifier si le questionnaire nous permettra de recueillir toutes les données nécessaires pour mener à bonne fin ma recherche, et enfin de tester l'applicabilité des méthodes proposées pour l'analyse des données. Les résultats de cette enquête nous ont permis de compléter, ajuster et valider le questionnaire d'enquête et les méthodes d'analyse des données. Le tableau 10 montre leur distribution dans la zone d'étude.

Pendant la collecte des données (octobre - décembre 2019), notre objectif était d'enquêter 400 exploitants agricoles et, en fin de compte, 401 producteurs agricoles ont été enquêtés. Nous avons considéré la parcelle principale de l'exploitation (« *master plot* ») où une culture pure s'applique au cours de la saison culturale. La sélection des parcelles principales a porté sur l'un ou l'autre des trois critères : (1) soit la parcelle est principale en termes de taille, (2) soit en termes de production, (3) soit la parcelle répond à ces deux critères simultanément. Nous avons ainsi abouti à 132 producteurs de pomme de terre contre 269 producteurs d'autres cultures : 51 producteurs d'oignon rouge, 43 producteurs d'oignon blanc, 39 producteurs de hariûs, 24 producteurs de maïs, 46 producteurs de carottes, 50 producteurs de choux, 1 producteur de blé, 1 pour le pyrèthre et 1 pour le sorgho. Pour conduire le test comparaison des moyennes décrit sous la section 4.3.5, suivant les exigences du test de Student, nous avons comparé le rendement moyen, prix de vente, surface moyenne cultivée, coût total d'exploitation, et revenu net moyen entre 132 producteurs de pomme de terre et 94 producteurs d'oignon (l'ensemble de 51 producteurs d'oignon rouge et 43 producteurs d'oignon blanc).

Tableau 10. Distribution des enquêtés dans la zone d'étude.

Province	District	Secteur	Cellule	Nombre d'enquêtés	Nombre d'exploitations	Cultures	
						Pomme de terre	Autres cultures
Ouest	Rubavu	Nyakiriba	Bisizi	48	48	1	47
			Nyarushyamba	51	51	5	46
	Nyabihu	Bigogwe	Kijote	32	32	4	28
			Kora	34	34	4	30
			Rega	34	34	3	31
Nord	Musanze	Kinigi	Kampanga	59	59	48	11
			Nyonirima	42	42	34	8
	Burera	Gahunga	Kidakama	50	50	10	40
			Rwasa	51	51	23	28
Total				401	401	132	269

4.3 Méthodes d'analyse des données

4.3.1 Statistiques descriptives

Les statistiques descriptives ont été calculées pour mettre au point les stratégies des petits producteurs en rapport avec la gestion de la fertilité des terres, aussi bien pour les exploitations de pomme de terre que pour d'autres cultures.

Nous avons calculé les statistiques descriptives, principalement les fréquences et les pourcentages pour identifier les techniques agricoles préférées et celles les plus pratiquées par les exploitants agricoles. La moyenne de chaque composante du coût de production (coûts de semences, d'engrais organiques, d'engrais chimiques, de pesticides, de main-d'œuvre, de transport, de rente ou coût d'opportunité de la terre, et les dépenses de dépréciation ou consommation du capital). Nous avons aussi calculé la moyenne de la production, du rendement, du prix de vente moyen, et du revenu moyen. Partant de ces moyennes, nous avons pu estimer la valeur ajoutée (VA), la marge brute (MB) et toutes les autres mesures de la rentabilité et de la profitabilité des exploitations agricoles. Nous avons aussi utilisé les tableaux pour synthétiser et analyser la distribution de certaines variables d'étude. Dans certains cas de notre analyse, nous avons résumé et présenté quelques informations à l'aide des graphiques.

4.3.2 Approche économétrique

Un modèle économétrique a été spécifié et estimé en vue d'identifier les déterminants de l'efficacité économique et ceux du rendement ; ici la méthode des moindres carrés ordinaires a été utilisée. En plus, pour analyser les effets des différentes cultures (sur le revenu, la productivité, et sur le score de consommation), l'analyse corrélationnelle a été conduite entre le revenu, la productivité, la terre cultivée, la consommation, et les caractéristiques socioéconomiques des ménages enquêtés.

L'analyse corrélationnelle a été complétée par la courbe « *lowess* » et la régression linéaire locale (Cameron & Trivedi, 2009). La régression locale est une vieille méthode de lissage qui a été développée vers la fin du 19^e siècle par des actuaires (« *actuarial scientists* ») pour la graduation de mortalité (Cleveland & Loader, 1996). La méthode de régression locale possède des caractéristiques scientifiques et empiriques fortes suivantes (Hastie & Loader, 1993) :

- (1) La méthode résout aussi bien les problèmes de biais aux bornes de la courbe qu'à l'intérieur des régions de grande courbure ;
- (2) Il est très facile de comprendre cette méthode et d'interpréter ses résultats ;
- (3) Des méthodes simples et aboutissant aux calculs rapides ont été développées pour son estimation ;
- (4) Avec sa simplicité, elle s'adapte bien en considération de différentes hypothèses liées à la distribution des données ;
- (5) Elle ne requière pas la présence d'hypothèses strictes sur le niveau de lissage de la courbe ;
- (6) Elle fait partie des lisseurs linéaires ;
- (7) Comme la méthode fait appel au model local, elle ouvre la flexibilité d'adapter la largeur de la fenêtre à l'ordre du polynôme et les résultats de l'analyse.

C'est l'ensemble de tous ces éléments qui font que l'approche de régression locale soit intéressante (Cleveland & Loader, 1996). La régression locale³² est utilisée pour modéliser une relation entre une variable prédictive (ou variable indépendante) "X" et la variable de réponse (ou variable dépendante) "Y" qui est reliée à cette variable prédictive (Cameron & Trivedi, 2009). Avant de conduire la régression locale, l'analyse corrélationnelle a été opérée pour identifier la variable prédictive "X" qui est la plus associée à la variable de réponse "Y". La corrélation entre deux variables quantitatives est calculée à l'aide de la formule (2) selon Asuero et al. (2006) et Hall (2015).

$$r_{xy} = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i [(x_i - \bar{x})^2][y_i - \bar{y})^2]}} = \frac{c_{xy}}{\sqrt{c_{xx}c_{yy}}} = \frac{C_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} \text{-----} (2)$$

Les résultats de la corrélation s'interprètent en faisant référence aux données du tableau 11. On distingue cinq degrés d'association entre deux variables quantitatives, à savoir la corrélation négligée, la corrélation faible, la corrélation modérée, la corrélation forte, et la corrélation très forte.

³² Les détails sur la régression locale sont donnés par Cleveland et Loader (1996).

Tableau 11. Les données conventionnelles sur l'interprétation du coefficient de corrélation.

Coefficient de corrélation	Interprétation
0,00 – 0,10	Corrélation négligée
0,10 – 0,39	Corrélation faible
0,40 – 0,69	Corrélation modérée
0,70 – 0,89	Corrélation forte
0,90 – 1,00	Corrélation très forte

Source : Schober et al. (2018)

Il faut rappeler que la formule (2) est valable pour les variables quantitatives qui sont normalement distribuées et liées entre elles par une relation linéaire, homoscédastique (c'est-à-dire avec variance constante), et aussi applicable aux paires (c'est-à-dire que l'analyse corrélationnelle s'applique à deux variables) (voir Hall, 2015). Le tableau 12 comprend les définitions des variables de l'étude.

Tableau 12. Définition des variables principales de l'étude.

Variable	Description
Production agricole	La production agricole (en kilos) obtenue sur une exploitation pour la saison culturale 2019B
Semences	La quantité en kilos des semences ou plants semis au cours de la saison culturale 2019B
Engrais organiques	La quantité en kilos des engrais organiques utilisés dans la production agricole au cours de la saison culturale 2019B
Engrais chimiques	La quantité en kilos des engrais chimiques utilisés dans la production agricole au cours de la saison culturale 2019B
Pesticides	La quantité en kilos des pesticides utilisés dans la production agricole au cours de la saison culturale 2019B
Main-d'œuvre	Le nombre de travailleurs (homme-jours) utilisés dans la production agricole au cours de la saison culturale 2019B
Age	L'âge du producteur agricole (ans) au moment de la collecte des données
Education	Niveau d'éducation du producteur agricole au moment de la collecte des données
Sexe	Le sexe du producteur agricole au moment de la collecte des données
Etat civil	L'état civil du producteur agricole au moment de la collecte des données
Taille du ménage	Le nombre des membres du ménage agricole au moment de la collecte des données
Expérience	L'expérience du producteur agricole dans le secteur agricole (années) au moment de la collecte des données
Produit total	La valeur en francs rwandais de la production totale du produit principal d'une exploitation agricole pour la saison culturale 2019B

Tableau 12 (Suite)

Variable	Description
Coopérative	Si l'agriculteur est membre d'une coopérative agricole (égal à 1 si membre, et 0 si autre)
Terre cultivée	La surface des terres exploitées dans la production agricole au cours de la saison agricole 2019B (en mètres carrés ou hectares)
Rotation	Si l'agriculteur pratique la rotation des cultures (1=oui, 0=non)
Marché	S'il y a un point de vente des produits agricoles (1=oui, 0=non)
Performance	Le niveau de rentabilité de l'exploitation agricole (égal à 1 si le revenu net est supérieur à zéro, et 0 si le revenu est inférieur ou égal à zéro)

A côté de la courbe lowess et de l'analyse corrélacionnelle, nous avons aussi spécifié un modèle linéaire qui a été estimé par la méthode des moindres carrés ordinaires pour identifier les facteurs déterminants de l'efficacité économique (voir l'équation 11 au point 4.3.4 pour la spécification du modèle, et le point 6.4 pour les estimations). En plus de cela, le modèle binaire logit a été spécifié et estimé avec la méthode de maximum de vraisemblance pour analyser l'effet du choix d'exploitation de pomme de terre sur l'alimentation des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda. La méthode « *coarsened exact matching, CEM* » a été utilisée pour estimer le modèle logit spécifié. Elle a permis d'avoir un groupe de comparaison le plus rapproché au groupe de traitement (voir les détails dans le point 8.6.2).

4.3.3 Mesure de la profitabilité

L'approche d'analyse avantage-coût³³ (« *Benefit-Cost Analysis* ») (voir Meunier & Marsden, 2009) a été utilisée pour estimer la profitabilité des petites exploitations agricoles. Cette analyse a été complétée par la méthode budgétaire (calcul du Produit total, de la Marge Brute, « *Gross Margin* », et du Revenu Agricole Net, « *Net Farm Income* ») (see Gietema, 2006a, b). Le produit total (PT), la marge brute (MB), le revenu net (RN) et le coût total sont respectivement calculés à l'aide des formules (3), (4), (5) et (6). Les indicateurs de productivité et de profitabilité ont été ramenés par hectare pour permettre la comparaison entre les catégories des producteurs.

$$PT = \sum(P_i * Q_i) \text{-----} (3)$$

$$MB = \sum(Q_i * P_i) - \sum X_i P_{xi} = PT - CTV \text{-----} (4)$$

$$RN = \pi = PT - CT = \sum(P_i * Q_i) - (CTV + CTF) \text{-----} (5)$$

$$CT = CTF + CTV \text{-----} (6)$$

³³ Cette méthode sera complétée par la Technique budgétaire (see Gietema, 2006a,b ; Tijjani et al., 2012) : Marge Brute, Coûts Variables, Coûts Fixes, Marge Nette, Produit total, Coût de Revient, Revenu Net, etc.

Où PT =produit total, P_i =prix de vente du produit agricole i , et Q_i = quantité totale produite du produit agricole i , CT =coût total, CTV =coût variable total, CTF =coût total fixe, X est la matrice des inputs, P_x est la matrice des prix des inputs, Σ est un signe de sommation, RN est le revenu net (encore appelé profit et noté, π).

Le produit total (PT) (encore appelé revenu total) est la valeur monétaire de la production totale. Pour un seul produit producteur, cette valeur est obtenue par la multiplication de la quantité produite par le prix de vente unitaire ; pour tous les producteurs, on fait la sommation du revenu de chaque producteur, sans distinction de ce qui est vendu, consommé par le producteur, ou affecté à n'importe quel autre usage. Nous n'avons considéré que la valeur du produit primaire de chaque exploitant agricole étant donné que l'estimation de la valeur exacte des produits secondaires n'est pas pratiquement facile à déterminer (Bublout, 1965) et que leur valeur monétaire est très minime.

Le coût total de production (CT) est la valeur de toutes les ressources et tous les services utilisés dans le processus de production. Ceci inclut le coût total variable (CTV) et le coût total fixe (CTF). La différence entre le coût variable total et le coût fixe total est mise en évidence dans la revue de littérature (voir chapitre 2, section 2.4.2). Pour le cas de notre étude, le coût total fixe est composé des dépenses sur la location de la terre (la rente) et celles sur l'usure du matériel et de l'équipement (la dépréciation ou amortissement). Le coût total variable inclut les dépenses pour la main-d'œuvre, les engrais chimiques, les engrais organiques, les semences, le transport et les pesticides. Etant donné que le coût total croît avec l'augmentation de la production, c'est donc la liaison entre la quantité produite et son coût total de production qui est appelée « fonction de coût » (voir Mankiw & Taylor, 2010).

Le revenu net (ou tout simplement le profit) est la différence entre le produit total (encore appelé produit brut ou recettes totales) et le coût total (ou les dépenses totales) (voir Equation 6). Les équations (4, sur la MB) et (5 sur le RN) signifient aussi que $\pi = MB - CFT$. Les indicateurs décrits par les équations (3) à (6) sont complétés par la valeur ajoutée (VA) qui est la différence entre la valeur de la production totale (RT) et les consommations intermédiaires (CI). Elle sert à rémunérer les différents acteurs qui interviennent dans le processus de production : l'Etat, les institutions de micro-crédit, la main d'œuvre extérieure, etc. (Cochet, 2015). La VA est beaucoup plus utilisée dans l'agriculture comparative et est définie par l'équation (7).

$$VA = RT - CI \text{-----} (7)$$

Où les consommations intermédiaires (CI) comprennent les dépenses sur les plants de pomme de terre, les dépenses sur les engrais organiques et chimiques, les dépenses sur les pesticides ainsi que le coût de transport.

Etant donné que l'objectif principal du producteur est la maximisation du profit, il doit aussi minimiser le coût total. Au niveau optimal de production (où le producteur a maximisé son profit, situation encore connue comme équilibre du producteur), le revenu marginal (RM) est égal au coût marginal (CM)³⁴ (Médan, 2015). Ceci

³⁴ Le revenu marginal (RM) est celui généré par la vente de la dernière unité de biens ou de services produite et vendue au marché par une unité de production. Le coût marginal (CM) est, lui, le coût engagé par une unité de

signifie que, pour déterminer l'optimum, le producteur (encore appelé entrepreneur) compare ses gains, mesurés par la productivité à ses coûts mesurés par le coût unitaire d'un facteur ou le coût marginal (Gendron, 2014).

Une entreprise est dans cette optique considérée comme rentable si la marge brute est positive. D'autres indicateurs ont été calculés : le rapport avantages-coûts et les rendements du travail. Pour ces indicateurs, une entreprise est considérée comme rentable si le rapport avantages-coûts est supérieur à 1 ; ce rapport est donné par la formule (8).

$$RAC = \frac{PT}{CT} \text{-----} (8)$$

Où RAC est le ratio avantage-coût, PT le produit total, CT le coût total.

4.3.4 Mesure de l'efficacité économique d'une exploitation agricole

Dans le domaine agricole, on peut mesurer deux types de ratios économiques, notamment l'efficacité économique de l'exploitation et l'efficacité économique d'une activité, ratios définis par la Direction de l'Analyse Economique Agricole du Service Public de Wallonie (SPW), Département d'Etude du Milieu Naturel et Agricole (DEMNA) (voir Lanteir, 2010).

L'efficacité économique d'une exploitation (EFF) est un ratio économique qui « détermine la part de la production sans les aides dans l'excédent brut d'exploitation. Plus ce ratio est élevé, plus le travail réalisé par l'exploitant et sa famille est efficace ». (Lanteir, 2010). Ce ratio est donné par le rapport de l'excédent brut d'exploitation (EBE)³⁵ sur la valeur de la production de l'exploitation (ou le produit total, PT). Il est ainsi décrit par la formule (9).

$$EFF = \frac{EBE}{PT} \text{-----} (9)$$

D'autre part, l'efficacité économique d'une activité est un ratio économique qui « détermine l'importance relative de la marge brute par rapport à la valeur de la production et mesure l'efficacité des moyens mis en œuvre » (Lanteir, 2010). L'efficacité économique d'une activité est donnée par le ratio de la marge brute de l'activité (MB) sur la valeur de la production de l'activité (ou le produit total PT) suivant la formule (10) :

$$EFF = \frac{MB}{PT} \text{-----} (10)$$

Maintenant que l'efficacité économique des exploitants agricoles est mesurée, il en suit la spécification du modèle pour identifier les facteurs de la déterminent. Selon Wooldridge (2013), ce modèle est spécifié selon l'équation (11).

production pour produire une unité additionnelle de biens ou de services ; c'est donc le montant additionnel au coût total à la suite de l'augmentation d'une unité de biens ou de services à la production totale (Barkley & Barkley, 2013).

³⁵ Les détails sur la détermination de l'excédent brut d'exploitation : $EBE = [Marge Brute + (Aides sauf en capital et intérêts + Autres produits) - (Charges opérationnelles non affectées + Autres charges réelles sur intérêts et amortissements + Régularisation)]$ (voir Lanteir, 2010). Dans le cas de notre étude, $EBE=RN$.

$$Y = \phi + \sum \eta_i X_{ki} + v \text{-----} (11)$$

Où Y est l'indice d'efficacité économique (EFF), ϕ est un intercepte qui représente la moyenne de l'efficacité économique si l'effet des variables sélectionnées est égal à zéro, η_i est un vecteur des coefficients à estimer, X_k est un vecteur des variables qui peuvent influencer l'efficacité économique (Y), et v est le terme d'erreurs.

Le modèle spécifié par l'équation (11) est linéaire. Il a été ainsi estimé par la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) ; les résultats sont détaillés dans le chapitre 6, tableau 34.

4.3.5 Le test pour la comparaison des moyennes des échantillons indépendants

En guise de comparaison du revenu des producteurs de pomme de terre, de la productivité, de la rentabilité, et du niveau de revenus entre les exploitants et non-exploitants de pomme de terre, le test t de Student pour échantillons indépendants (« *Independent-samples T-test* ») (Pagès, 2010 ; Dagnelie, 2011) a été utilisé.

Le T test qui a été initié par Student (1908) est un outil d'enquête efficace et puissant pour comparer les moyennes de deux populations, n_1 et n_2 . Il est utilisé pour statuer s'il y avait une différence entre les scores moyens et si cette différence était statistiquement significative ou différente de zéro (Hurst, 1995 ; Singh, 2006 ; Jackson, 2009 ; van Elst, 2019).

Cette approche a été utilisée pour comparer la taille des terres exploitées, le rendement, les coûts, le prix de vente et le revenu net entre 132 producteurs de pomme de terre (groupe de traitement) et un groupe séparé des non-producteurs de pomme de terre (groupe de comparaison : 94 producteurs d'oignon). Pour les cultures autres que la pomme de terre et l'oignon (blé, carotte, chou, haricot, maïs, pyrèthre et sorgho), on peut avoir les informations sur ces facteurs à travers les statistiques descriptives dans le chapitre 7 (voir tableau 35 sur la rentabilité des petites exploitations agricoles). Pour analyser le degré d'association entre deux variables qualitatives, le test chi-deux a été conduit (voir le point 8.6.1, tableau 51 sur l'association entre la situation alimentaire et la culture exploitée).

Par ailleurs, nous avons procédé à l'analyse de la variance (ANOVA) (voir van Elst, 2019) pour tester la variabilité du rendement, de la surface cultivée, de l'efficacité économique, du coût total des facteurs, du revenu agricole net et du prix de vente entre les trois catégories des petits producteurs agricoles. Pour ce test, les résultats de l'analyse sont détaillés dans les tableaux 23, 24, 31, 33, 35, 38 et 39.

4.3.6 Détermination de la position alimentaire du ménage

Pour mesurer la sécurité alimentaire³⁶, nous avons considéré le score de consommation alimentaire (SCA), l'une des trois composantes du CARI à côté de la part des dépenses alimentaires (PDA) et les stratégies d'adaptation aux moyens d'existence (SAE).

³⁶ Le score de consommation alimentaire est une mesure de la sécurité alimentaire, partie intégrante du CARI (*Consolidated Approach to Reporting Indicators of Food Security*) (voir WFP, 2015).

La méthodologie de CARI (« *Consolidated Approach to Reporting Indicators of Food Security* »)³⁷ (voir WFP, 2015) a été utilisée dans l'analyse de la sécurité alimentaire. C'est une approche qui englobe les différentes dimensions de la sécurité alimentaire avec des indicateurs transparents compatibles avec les concepts de sécurité alimentaire internationalement reconnus. Elle combine les différentes mesures de la sécurité alimentaire au niveau du ménage, notamment le score de consommation alimentaire (SCA), la part des dépenses alimentaires (PDA) et les stratégies d'adaptation aux moyens d'existence (SAE). La combinaison du SCA, PDA et SAE donne l'indice composite de sécurité alimentaire (ISA) d'une communauté ou une population (WFP, 2015). Les détails sur les catégories, les groupes d'aliments et leurs coefficients dans le score de consommation alimentaire sont compris dans le tableau 13.

Tableau 13. Groupes alimentaires et leurs coefficients dans le score de consommation alimentaire.

Catégories	Groupes d'aliments et exemples	Coefficients
1	Céréales, grains, racines et tubercules (Riz, pâtes, pain/ gâteaux et /ou beignes, sorgho, millet, maïs, fonio, pomme de terre, igname, manioc, patate douce, taro et/ou autres tubercules)	2
2	Légumineuses et noix (Haricots, niébé, cacahuètes, lentilles, noix, soja, pois cajan et / ou autres noix)	3
3	Lait et autres produits laitiers (Carotte, poivron rouge, citrouille, patate douce orange, épinards, brocolis, amarante et / ou autres feuilles vert foncé, feuilles de manioc, oignons, tomates, concombre, radis, haricots verts, pois, laitue, etc.)	4
4	Viande, poisson et œufs (Chèvre, bœuf, poulet, porc (viande en grande quantité et non comme condiment), Viandes du foie, des reins, du cœur et / ou d'autres organes, poisson, y compris le thon en conserve, l'escargot et/ou d'autres fruits de mer (poisson en grande quantité et non comme condiment), Crustacés, œufs)	4
5	Légumes et feuilles (Carotte, poivron rouge, citrouille, patate douce orange, épinards, brocolis, amarante et / ou autres feuilles vert foncé, feuilles de manioc, oignons, tomates, concombre, radis, haricots verts, pois, laitue, etc.)	1
6	Fruits (Mangue, papaye, abricot, pêche, banane, pomme, citron, mandarine)	1
7	Huile, graisse et beurre (Huile végétale, huile de palme, beurre de karité, margarine, autres matières grasses, autre huile)	0,5
8	Sucre ou bonbons (Sucre, miel, confiture, gâteaux, bonbons, biscuits, pâtisseries, gâteaux et autres boissons sucrées)	0,5
9	Condiments (thé, café, sel, pili-pili, ail, épices, levure / levure chimique, lanwin, sauce tomate, viande ou poisson en condiment, condiments comprenant une petite quantité de café au lait / thé)	0

Source : WFP & UNICEF (2016).

³⁷ Littéralement, CARI peut être traduit comme « Indice composite de la sécurité alimentaire ».

Pour une catégorie d'aliments, le score de consommation alimentaire [c_i] est obtenu par la multiplication d'un coefficient (poids) [A_i] donné à chaque groupe d'aliments et du nombre de jour de sa consommation pendant une période de sept jours [B_i], c'est-à-dire que $c_i = A_i * B_i$, où i représente une catégorie d'aliments (voir WFP & UNICEF, 2016). Pour l'ensemble des catégories d'aliments consommés pour un ménage (voir les détails dans WFP & UNICEF, 2016), le SCA est donné par la formule (12).

$$SCA = \sum_{i=1}^9 c_i \text{ ----- (12)}$$

4.3.7 Mesure de la productivité et de l'efficacité

La Productivité totale des facteurs (PTF) peut être utilisée pour mesurer la productivité agricole. La productivité totale des facteurs (PTF) est égale à la production totale divisée par la quantité totale de facteurs de production mobilisée. Pour Coelli et al. (2005), la PTF est donnée par la formule $PTF = PT/CT$, où PTF signifie productivité totale des facteurs, PT signifie produit total, et CT signifie coût total des facteurs. Le coût variable total est donné par toutes les dépenses engagées par l'agriculteur pour accéder aux facteurs de production (la terre, le travail, matériels agricoles (houes, pioches, arrosoirs, pompes, et autres), les intrants (semences, engrais chimiques, engrais organiques et pesticides))³⁸. Dans la pratique, la PTF est mesuré de la même manière que le RAC (voir formule 8).

La mesure de la productivité nécessite d'agréger le volume des différentes productions et des différents facteurs (consommations intermédiaires, capital, terre et travail). Pour ce faire, il faut décomposer l'évolution de chaque poste en volume et en prix (Butault, 2006). La PTF sert aussi de mesure de l'efficacité de l'allocation des ressources. Si la PTF est égale à 1, les ressources sont utilisées de façon optimale ; si la $PTF < 1$, les ressources sont surexploitées ; et si la $PTF > 1$, les ressources sont sous-exploitées (Coelli et al., 2005). Ceci dit, plus la valeur de PTF est proche de 1, plus le niveau d'efficacité est élevé.

En complément de l'analyse d'efficacité de l'allocation des ressources, nous avons également considéré le ratio de coût en ressources internes (CRI) estimé par d'autres études réalisées au Rwanda. Le concept de coût en ressources internes (CRI) a été développé grâce à des calculs arithmétiques dérivés des avantages économiques. Le calcul de CRI a été initié dans le but de contrôler les effets des unités et échelles lorsqu'un pays produit plus d'un produit et qu'il est parfois difficile d'allouer des ressources, surtout si les produits ne sont pas exprimés dans la même unité, ou s'ils utilisent des technologies différentes (Crinot et al., 2018).

Le coût en ressources internes est la valeur des facteurs nationaux utilisés dans la production d'un produit par unité de devises étrangères gagnée grâce à l'augmentation de ses exportations ou économisée grâce à son remplacement des importations (Salam & Tufail, 2016). Le ratio de coût en ressources internes est « une indication du gain ou de la perte économique globale pour l'économie nationale

³⁸ Le coût variable total est aussi considéré dans la détermination de la marge brute de l'agriculteur, composante importante de son profit, connu aussi comme revenu agricole net (« *Net Farm Income* ») (voir Gitema, 2008).

» (Crinot et al., 2018 ; Fabre et al., 2021). Ce ratio mesure la valeur des ressources domestiques nécessaires pour gagner une unité de devise.

Suivant Crinot et al. (2018), le ratio de coût en ressources intérieures (CRI) est donné par l'expression (13).

$$CRI = \frac{\sum(P_{l,i} * B_{l,i})}{[\sum(P_i * Q_i) - \sum(P_{m,i} * A_{m,i})]} \text{----- (13)}$$

Où P_i = le prix de référence du bien final i ; Q_i = la quantité du bien i ; P_l = le prix de référence de l'intrant local l ; P_m = le prix de référence de l'intrant importé m ; A_m = quantité de l'intrant importé m ; et B_l = quantité de l'intrant local l .

Le numérateur de l'expression (13) représente la valeur totale des ressources domestiques. Le dénominateur représente la différence entre la valeur (ou le produit total) du bien et la valeur totale des intrants importés. On peut donc déduire que ce quotient représente le ratio du coût des ressources locales pour produire une unité de la valeur ajoutée du produit i : le Coût en Ressources Internes (CRI).

En comparant le coût interne et le gain externe potentiel, le ratio CRI renseigne sur la durabilité de la chaîne de valeur (CV) ou du produit. Un ratio CRI < 1 signifie que la chaîne de valeur est viable dans l'économie mondiale puisque la valeur des facteurs domestiques qui sont consommés est inférieure à la valeur qu'ils produisent (du point de vue des marchés internationaux et compte tenu du niveau actuel de rémunération des facteurs domestiques). On peut tout simplement aussi dire que le système a un avantage comparatif. Un ratio CRI > 1 signifie que le pays n'a pas d'avantage comparatif dans la production d'un produit concerné, ou la chaîne de valeur n'est pas viable dans l'économie mondiale (Crinot et al., 2018).

Le ratio CRI est (et devrait être) utilisé pour mesurer les coûts d'opportunité des facteurs primaires nationaux. En termes de Nalle et al. (2017), « *Le système est compétitif si le CRI < 1 et plus le CRI est bas, plus compétitif le système. Le CRI est un indicateur de comparaison avantage qui effectue le coût des ressources nationales dépensées d'offrir ou d'économiser une devise étrangère. Le système a un avantage comparatif si le ratio CRI < 1. Plus le ratio CRI est inférieur à 1, plus le système est efficace économiquement ou le système a un avantage comparatif plus élevé* ». La production d'un bien peut être considérée comme économiquement efficiente si le ratio du coût en ressources intérieures (CRI) est inférieur à 1 (CRI < 1) (Sari & Prajanti, 2016). Si le CRI est supérieur à 0 et inférieur à l'unité, alors un pays a un avantage comparatif dans une activité et contribue au bien-être national ; et si le CRI est inférieur à 0 ou supérieur à l'unité, cela suggère l'inefficacité d'un pays dans la production de ce produit particulier. Par ailleurs, suite à des variations régionales qui affectent la production des produits ainsi que la multitude des hypothèses émises pour calculer le ratio CRI, il faut faire preuve de prudence en attribuant un avantage comparatif favorable pour tout ratio CRI > 0,75 (World Bank & Government of Rwanda, 2020).

4.4 Calcul du revenu agricole et du coût de production des petits exploitants agricoles au Rwanda

4.4.1 Revenu agricole des petits exploitants agricoles au Rwanda

Le produit total des petits producteurs agricoles est la valeur monétaire de la production totale des produits principaux pour la saison agricole. Cette valeur est obtenue par la multiplication de la quantité récoltée et le prix unitaire de vente. Il s'agit donc du produit brut avant toute soustraction des dépenses pour les ressources et services (main-d'œuvre, semences, engrais chimiques, engrais organiques, matériel et équipement, etc.) utilisés dans le processus de production. Le produit brut est destiné soit à la consommation par les producteurs, la vente au marché (local, national, ou autre), les semences pour la saison agricole ultérieure, soit d'autres usages comme les dons aux amis et/ou aux familiers.

4.4.2 Coût de production des petits exploitants agricoles au Rwanda

4.4.2.1 Coût des semences

Les exploitants agricoles au Rwanda acquièrent les semences soit par eux-mêmes (le haricot, le sorgho, la pomme de terre), par la RAB (pomme de terre, maïs, haricot), soit par le marché (pomme de terre, maïs, haricot, sorgho), plus spécifiquement les semences de légumes (oignon, choux, carottes) sont offertes par l'Agrotech sur le marché. Le coût des semences correspond normalement à la somme des produits de la quantité de chaque semence par le prix unitaire. Pour les légumes, les semences sont généralement vendues en quantités fixes (1.000 gr, 800 gr, 400 gr, etc.).

4.4.2.2 Coût des engrais

Pour déterminer les dépenses en engrais chimiques et en amendements utilisés par les agriculteurs enquêtés, on a considéré uniquement le montant payé par le producteur. Pour les amendements qui ont été tirés de la propriété du producteur, un coût d'opportunité a été calculé en se basant sur le coût d'une tonne dans la région. Il est à signaler que les amendements utilisés par les producteurs concernés par l'étude sont des amendements humifères constitués principalement de compost et de matières organiques fraîches (débris végétaux et déjections animales) destinés à l'amélioration de la qualité du sol.

4.4.2.3 Coût des pesticides

Le coût des pesticides a été calculé de la même manière que les engrais chimiques et les amendements. Comme les producteurs utilisent beaucoup de types de pesticides et en quantité variable, seuls les coûts y afférents tels que payés par les coopérateurs aux vendeurs locaux ont été considérés. Les calculs à l'hectare ont été également faits afin de pouvoir comprendre les attitudes des agriculteurs en matière d'utilisation des pesticides.

4.4.2.4 Coût de la main-d'œuvre

Le coût de la main-d'œuvre comprend toutes les dépenses engagées pour les différentes activités agricoles telles que le labour, l'émiettement, le semis (ou la

plantation), l'épandage d'engrais, le sarclage, pulvérisation, la garde ou la surveillance, et le transport. Nous avons évalué toutes ces activités sans séparer celles exécutées par les membres du ménage de celles exécutées par la main-d'œuvre externe. Pour les travailleurs qui sont payés en nature (nourriture, denrées alimentaires), nous avons procédé par la valorisation suivant les prix du marché local sur base des quantités reçues comme salaire.

Nous avons valorisé la main-d'œuvre familiale au même titre que la main-d'œuvre externe du fait que la première pourrait être payée si elle était affectée à l'activité de production agricole au profit d'un autre producteur (coût d'opportunité). Le coût d'opportunité de la main d'œuvre familiale fait partie du revenu agricole net (RN), comme c'est le cas pour d'autres ressources disposées par les exploitants pour lesquels les coûts d'opportunité n'ont pas été estimés, notamment les capitaux (les emprunts bancaires, les épargnes individuelles, ou les emprunts d'autres ménages). Nous avons ainsi estimé la productivité du travail par tête ou le revenu total du travail par tête a été déterminé : Revenu total du travail = $RT - (CT - \text{Dépenses sur la main-d'œuvre})$.

4.4.2.5 Coût de transport

Il n'est pas toujours évident que les terres exploitées soient tout près des foyers des exploitants, et les intrants sont dans la plupart des cas acquis au marché, transportés à la maison de l'exploitant, puis de la maison au champ. Les intrants qui pourraient être disponibles à la maison comme la semence et les engrais organiques doivent être transportés vers les terres exploitées. De même, la récolte pourrait être aussi transportée des champs à la maison ou au marché, ou encore de la maison au marché. Tout cela exige l'engagement de dépenses représentant le coût de transport. Pour notre étude, les frais payés pour le transport des semences, des engrais chimiques et des amendements ont été comptabilisés dans le calcul du coût de production en considérant les dépenses en transport telles que payées par le producteur.

4.4.2.6 Coût d'opportunité de la terre

Nous avons estimé le coût d'opportunité (ou coût d'accès) de la terre. Nous nous sommes référés à la rente payée par les exploitants qui ne possèdent pas de terre, par saison culturale et par m^2 pour estimer le coût d'opportunité pour les détenteurs de la terre. Pour ce qui concerne les généralités sur les modalités d'allocation, d'acquisition, d'usage et de gestion des terres au Rwanda, les détails sont exposés dans la Loi N° 03/2013/OL du 16/06/2013.

4.4.2.7 Coût de dépréciation du capital

Les exploitants agricoles dans la région agricole des sols de laves utilisent le petit matériel et outillage tels que la houe et le trident (pour le labour, l'émiettement, et la plantation/le semis), l'arrosoir et l'asperseur, etc. La valeur de ce matériel et outillage est obtenue par la somme des produits du prix d'acquisition par la quantité de chaque matériel. Les motoculteurs et tracteurs ne sont pas utilisés par les exploitants agricoles dans la région des sols de laves à cause des montagnes et des sols pierreux qui peuvent nuire à leur fonctionnement. Etant donné que la vie

économique du matériel agricole est normalement de 3 ans, le coût d'usure du capital (encore connue comme dépréciation/amortissement) par saison est calculé en divisant la valeur totale du matériel et outillage par six, en supposant qu'il est utilisé pour deux saisons chaque année.

A propos de la considération du coût du capital, Gietema (2006a) précise que « *Les petits outils tels que les marteaux, les pinces, les pelles, les seaux, etc., qui ont chacun une valeur d'achat inférieure à 50 unités monétaires, sont souvent amortis immédiatement à l'achat (ce qui signifie que leur amortissement est de 100%). Cependant, sur une grande ferme moderne, il peut y avoir des milliers de ces petits outils représentant une grande valeur ; certains pourraient être nouveaux et certains presque dépréciés. Par conséquent, une méthode appropriée consiste à calculer la nouvelle valeur de tous les petits outils et à les inscrire au bilan pour la moitié de cette valeur une fois pour toutes.* » Par ailleurs, nous avons opté pour la proposition de Maniriho (2013) d'affecter une durée de vie moyenne des outils et matériels agricoles de 3 ans, étant donné qu'aucun outil n'a une valeur inférieure à 50 francs rwandais.

4.5 Classification hiérarchique des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda

Sur base de leur rentabilité, nous avons procédé à l'analyse en grappes (« *cluster analysis* ») où la méthode de variance minimale, encore appelée méthode de Ward (Ward, 1963) a été utilisée pour former les groupes hiérarchiques des petites exploitations agricoles, mutuellement exclusifs, dont les membres de chacun sont au maximum similaires. Nous avons alors pu les regrouper en trois catégories, à savoir les « exploitations moins performantes », les « exploitations moyennement performantes », et les « exploitations plus performantes » (voir les informations complémentaires dans le point 5.1 au chapitre 5). Dans ce sens, la catégorie de l'exploitant agricole reflète le niveau de rentabilité de son exploitation. Par la suite, nous avons respectivement analysé la variabilité par culture du rendement, des superficies des terres cultivées, de l'efficacité de l'allocation des ressources, de l'efficacité économique, du coût de production, du revenu agricole net et du prix de vente entre les 3 catégories de producteurs.

Pratique et perception sur les utilités des techniques agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda

5. Pratique et perception sur les utilités des techniques agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda

5.1 Introduction

Certains auteurs suggèrent d'inclure des facteurs invisibles que sont les perceptions et les préférences des producteurs agricoles parmi les facteurs déterminants de l'adoption des nouvelles technologies et du besoin croissant de « concilier les enjeux de la productivité et la protection de l'environnement » (Roussy et al., 2015). Dans ce cadre, nous avons d'abord observé les techniques agricoles effectivement pratiquées sur les champs dans la région des sols de laves au Rwanda. Il s'avère aussi important d'analyser les perceptions des producteurs agricoles pour les techniques agricoles durables (« *sustainable farming practices* ») sur base de leurs attentes, bien que cette recherche focalise sur la productivité, l'efficacité et la rentabilité de la production agricole. La considération de cette analyse est motivée par le fait que l'adoption de technologies nouvelles permet la croissance de la productivité agricole, ce qui contribue à l'augmentation, à la stabilité des revenus des producteurs agricoles, à la réduction de la pauvreté, sans toutefois ignorer la préservation de l'environnement et des ressources naturelles.

Les données utilisées dans cette analyse se rapportent à la saison 2019 B. Nous avons avant tout présenté les caractéristiques socioéconomiques des enquêtés. Les informations du tableau 14 montrent que 208 enquêtés (soit 51,9%) sont des petits producteurs agricoles hommes contre 193 (48,1%) qui sont des petits producteurs femmes. Au niveau de la performance, 354 (88,3%) petits producteurs agricoles obtiennent un revenu net positif, contre 47 (11,7%) qui ont un revenu net négatif. Quant au niveau de la profession, 305 petits producteurs agricoles (76,4%) pratiquent l'agriculture seule, alors que 94 (soit 23,6%) pratiquent au moins une autre activité en plus de l'agriculture.

Les résultats sur les caractéristiques socioéconomiques indiquent aussi que 132 enquêtés (32,9%) sont producteurs de pomme de terre, 39 (9,7%) producteurs de haricots, 24 (6,0%) producteurs de maïs, 14 (3,5%) producteurs de sorgho, 51 (12,7%) producteurs d'oignon rouge, 43 (10,7%) producteurs d'oignon blanc, 46 (11,5%) producteurs de carottes, 50 (12,5%) producteurs de choux, 1 (0,3%) producteur de blé, et 1 (0,3%) producteur de pyrèthre. De plus, la taille moyenne du ménage est de 5,0 personnes, la production moyenne étant de 3.897 Kg, et l'âge moyen s'élève à 40,6 ans.

Au niveau de l'éducation (Figure 15), 16% des enquêtés n'ont pas été à l'école, 21% ont fait l'école primaire à mi-parcours, 28% ont complété l'école primaire, 6% ont fait l'école secondaire à mi-parcours, 16% ont pu compléter l'école secondaire, 11% ont fréquenté les écoles technique et vocationnelle, 1% ont complété l'université, alors que 1% n'ont rien signalé. Il faut noter que l'âge moyen de 40,6 ans implique que les producteurs agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda possèdent encore la force physique et disposent d'un minimum

d'expérience requis pour bien mener les activités agricoles. Quant au niveau d'éducation, il va sans dire que les individus à différents niveaux d'études pratiquent l'agriculture.

Tableau 14. Caractéristiques socioéconomiques des producteurs agricoles enquêtés par district dans la Région agricole des sols de laves au Rwanda.

District (N=401)	Sexe		Performance			Age moyen (ans)	Terre (m ²)	Production (Kg)	Agriculture*		Taille du ménage (nombre d'individus)	Possession moyenne des vaches par ménage
	Masculin	Féminin	Moins performants	Moyennement performants	Plus performants				Oui	Non		
Burera	45	56	92	9	0	42	1987	753	72	29	5,22	1,86
Musanze	53	48	65	35	1	40	3740	2897	64	37	4,96	1,99
Nyabihu	58	42	6	58	36	40	3576	5280	83	17	4,68	2,25
Rubavu	52	47	5	60	35	42	3592	6729	88	11	4,98	2,45
<i>Ensemble</i>	<i>208</i>	<i>193</i>	<i>168</i>	<i>162</i>	<i>71</i>	<i>41</i>	<i>3221</i>	<i>3897</i>	<i>307</i>	<i>94</i>	<i>4,96</i>	<i>2,17</i>

Distribution des enquêtés par culture et par district

District (N=401)	Pomme de Terre	Haricot	Maïs	Blé	Pyrethre	Sorgho	Oignon rouge	Oignon blanc	Carottes	Choux
Musanze	82	8	9	1	1	0	0	0	0	0
Nyabihu	11	0	0	0	0	0	31	19	19	20
Rubavu	6	0	0	0	0	0	20	24	26	23
<i>Ensemble</i>	<i>132</i>	<i>39</i>	<i>24</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>14</i>	<i>51</i>	<i>43</i>	<i>46</i>	<i>50</i>

Note : * Agriculture signifie que le producteur agricole et son ménage vivent seulement de l'agriculture.

En utilisant la méthode de Ward décrite dans la section 4.5 du chapitre 4, nous avons aussi classifié les petits exploitants agricoles en trois catégories sur base de leur rentabilité. La première catégorie, « producteurs moins performants », comprend 168 exploitations dont le RN varie de -1.218.809 à 229.283 FRW, avec une moyenne de 15.009 FRW (\cong 14,8 €)³⁹. La deuxième catégorie, « producteurs moyennement performants », comprend 162 exploitations, et leur RN varie de

³⁹ Le taux de change d'1 € était de 1.013,93 FRW, en prenant la moyenne des trois mois, octobre, novembre et décembre 2019 (période de collecte des données de cette étude). Source : Archives de la Banque Nationale du Rwanda sur les taux de change.

200.578 à 1.712.066 FRW, avec une moyenne de 787.275 FRW (\cong 776,5 €). Quant à la troisième, « producteurs performants », elle comprend 71 exploitations pour lesquelles le RN varie de 1.776.616 à 6.280.033 FRW et dont la moyenne s'élève à 2.871.653 FRW (\cong 2.832,2 €). Nous avons aussi présenté la distribution des producteurs enquêtés par cultures et par niveau de rentabilité dans le tableau 15. Les résultats dans ce tableau mettent en évidence l'association très hautement significative entre la performance des petits producteurs agricoles et le choix de la culture à exploiter.

Il se remarque qu'aucun des 71 petits producteurs classés parmi les plus performants ne pratique le maïs, le haricot, le sorgho, le blé ou le pyrèthre. Cette situation s'explique par le niveau de rentabilité (c'est-à-dire le RN) de ces cultures. En effet, les calculs montrent que le revenu net moyen de ce groupe de cultures s'élève à 105.662 FRW, contre 1.011.181 FRW (à peu près dix fois moins élevé) que pour le groupe composé de la pomme de terre, l'oignon rouge, le chou, la carotte et l'oignon blanc. On constate aussi que l'oignon rouge et l'oignon blanc ne sont pas pratiqués par les producteurs moins performants, ce qui pourrait être principalement le résultat de la rotation des cultures dans le temps. Les résultats de l'analyse de variabilité de différentes mesures entre ces trois catégories des petits producteurs agricoles s'alignent avec les données du tableau 15.

Tableau 15. Distribution des petits producteurs agricoles par culture et par niveau de rentabilité.

Cultures	Producteurs moins performants (nombre)	Producteurs moyennement performants (nombre)	Producteurs plus performants (nombre)	Total
Pomme de terre	84	47	1	132
Oignon rouge	0	19	32	51
Chou	12	35	3	50
Carotte	5	38	3	46
Oignon blanc	0	11	32	43
Haricot	33	6	0	39
Maïs	22	2	0	24
Sorgho	11	3	0	14
Blé	1	0	0	1
Pyrèthre	0	1	0	1
Total	168	162	71	401

Pearson $\chi^2(18) = 333,65$ Pr = 0,00

L'analyse de l'association par le test de chi-deux entre la culture exploitée et le niveau de performance révèle qu'il y a un lien très hautement significatif entre la rentabilité des exploitations agricoles et le choix de la culture.

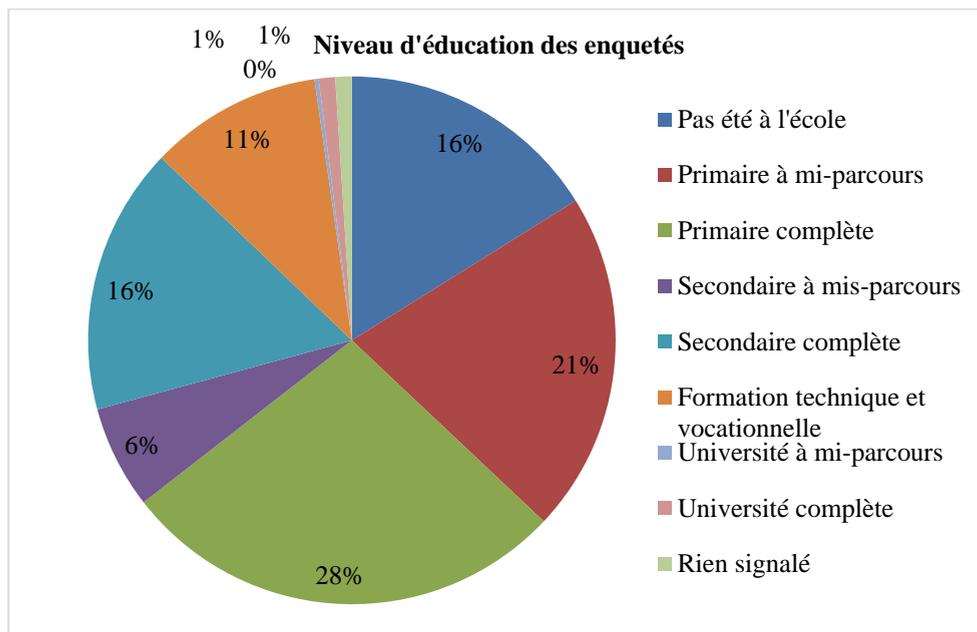


Figure 15. Distribution des enquêtés par niveau d'éducation.

Il est aussi pertinent de décrire la distribution des petits exploitants agricoles selon le niveau de rentabilité et de sexe dans la zone d'étude. Les résultats portés dans le tableau 16 montrent que les petits producteurs hommes et les petits producteurs femmes sont identiquement distribués dans les trois niveaux de rentabilité : il n'y a pas de différence entre les producteurs hommes et femmes dans les trois catégories de performance.

Tableau 16. Distribution des petits exploitants agricoles selon le niveau de la rentabilité et le sexe.

Niveau de performance	Sexe du petit exploitant agricole		
	Masculin	Féminin	Total
Producteurs moins performants	85	83	168
Producteurs moyennement performants	82	80	162
Producteurs plus performants	41	30	71
Total	208	193	401

Pearson $\chi^2(2) = 1,19$ Pr = 0,55

5.2 Pratique des techniques agricoles dans la région agricole des sols de laves au Rwanda

Les résultats sur l'analyse des techniques agricoles effectivement pratiquées dans la région agricole des sols de laves au Rwanda sont présentés au tableau 17. Les données ont été récoltées sur les différentes techniques agricoles. L'échelle de Likert (« *Likert scale* ») à cinq points a été utilisée (1=pas du tout pratiquée ; 2=très peu pratiquée ; 3=peu pratiquée ; 4=pratiquée ; 5=largement pratiquée) pour savoir à quel niveau chacune d'elle est pratiquée par les petits exploitants agricoles dans la région agro-écologique des sols de laves au Rwanda. Ces techniques sont notamment la combinaison de l'agriculture et de l'élevage, l'utilisation de semences sélectionnées, le semis (la plantation) au moment opportun, la récolte des cultures à bonne maturation, la pratique de la jachère, l'usage approprié des engrais chimiques, l'usage approprié du fumier, l'usage approprié des pesticides, la pratique du paillage (ou le « *mulching* »), la combinaison dans des proportions raisonnables des engrais chimiques et engrais organiques, la remise des résidus des plantes dans le sol, la rotation appropriée des cultures, ainsi que l'association des cultures (ou « *mixed farming* »). Pour chaque technique pratiquée, la moyenne arithmétique pondérée a été calculée pour les arranger par ordre d'importance.

Avec l'effort de gérer la fertilité des sols pour augmenter la productivité, les résultats synthétisés dans le tableau 17 révèlent que les cinq premières techniques agricoles effectivement pratiquées par les petits producteurs agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda sont respectivement le semis au moment opportun ($\mu=4,70$), l'usage approprié des engrais organiques ($\mu=4,70$), l'utilisation des semences sélectionnées ($\mu=4,70$), la récolte des cultures à maturité ($\mu=4,59$) et la combinaison de l'agriculture et de l'élevage ($\mu=4,46$). Viennent ensuite l'usage approprié des pesticides, la rotation des cultures, l'usage approprié des engrais chimiques, la combinaison fumier et engrais chimiques et les cultures mixtes / associées. Aux dernières places se trouvent la pratique des cultures associées ($\mu=3,36$), la restitution des résidus des cultures au sol ($\mu=2,62$), la mise en jachère des terres ($\mu=2,39$), et le paillage ($\mu=2,08$). Notons que la pratique des cultures associées étant relativement peu adoptée dans la région, cela confirme la pratique prédominante de la culture pure.

Les raisons qui poussent les exploitants agricoles à adopter de nouvelles technologies incluent l'augmentation du rendement ou de la production et du revenu agricole (Feder et al., 1985), l'efficacité dans le processus de production (Mabe et al., 2018) et l'adoucissement de la dégradation des terres (Pender et al., 2013 ; Pretty et al., 2011 ; Vanlauwe et al., 2014), ainsi que l'amélioration des conditions de vie et la réduction de la pauvreté (Mwangi & Kariuki, 2015 ; Yirga & Alemu, 2016). Quant aux déterminants de l'adoption des technologies agricoles, les facteurs comme l'accès à l'information (Mwangi & Kariuki, 2015) et la perception des fermiers (Mounirou, 2015), l'éducation, l'accès aux services de vulgarisation et l'accès au crédit (Namwata et al. 2010) ainsi que la formation technique et professionnelle des producteurs agricoles (Jerop et al., 2018) ont été identifiés.

Tableau 17. Techniques agricoles pratiquées dans la région des sols de laves au Rwanda.

Pratique agricole (N=401)	Largement pratiquée		Pratiquée		Peu pratiquée		Très peu pratiquée		Pas du tout pratiquée		Moyenne (μ)	Ordre
	Valeur	n	Valeur	n	Valeur	n	Valeur	n	Valeur	n		
Plantation/semis au moment opportun	5	297	4	90	3	12	2	1	1	1	4,70 (0,56)	1
Usage approprié des engrais organiques	5	298	4	89	3	10	2	3	1	1	4,70 (0,58)	1
Utilisation des semences sélectionnées	5	288	4	108	3	3	2	0	1	2	4,70 (0,54)	1
Récolte au moment de maturation	5	268	4	113	3	12	2	3	1	5	4,59	4
Combinaison de l'agriculture et de l'élevage	5	209	4	180	3	6	2	2	1	3	4,46 (0,66)	5
Usage approprié des pesticides	5	220	4	144	3	22	2	13	1	3	4,42 (0,80)	6
Rotation des cultures	5	184	4	206	3	1	2	6	1	4	4,40 (0,67)	7
Usage approprié des engrais chimiques	5	106	4	253	3	28	2	10	1	4	4,11 (0,72)	8
Combinaison fumier et engrais chimiques	5	125	4	207	3	38	2	11	1	20	4,01 (0,98)	9
Cultures mixtes / associées	5	46	4	39	3	103	2	150	1	63	3,36 (1,20)	10
Remise des résidus des plantes dans le sol	5	47	4	57	3	101	2	88	1	108	2,62 (1,32)	11
Pratique de la jachère	5	26	4	44	3	103	2	117	1	111	2,39 (1,19)	12
Pratique du paillage	5	11	4	34	3	91	2	105	1	160	2,08 (1,10)	13

Note : « N » est la taille de l'échantillon ; « n » signifie « effectif », « ordre » signifie « par ordre décroissant d'importance ». Les chiffres entre parenthèses sont des écarts types.

Les domaines technologiques qui contribuent substantiellement à l'augmentation des revenus agricoles comprennent les variétés de cultures à haut rendement, les techniques de lutte contre les mauvaises herbes et les ravageurs, les systèmes d'irrigation et de gestion de l'eau (Loevinsohn et al., 2012), ainsi que les nouvelles méthodes de gestion agricole en particulier celles visant l'augmentation de la production et la réduction de coût moyen de production (Challa, 2013).

L'adoption des nouvelles technologies peut également permettre à l'adoptant d'effectuer le travail plus facilement qu'auparavant, et ainsi de gagner les économies du temps et de la main-d'œuvre (Bonabana-Wabbi, 2002). La conséquence des technologies agricoles modernes et donc de l'amélioration de la productivité agricole comprend la réponse à la demande croissante en produits agricoles, qui est à la base de l'évaluation sérieuse de la performance des technologies (Challa, 2013). Dans de tels cas, l'adoption de technologies agricoles innovantes peut également conduire à la sécurité alimentaire et au développement durable grâce à l'adoption dynamique de technologies innovantes, ce qui devrait soutenir l'offre des produits agricoles (Loevinsohn et al., 2012).

Comparés aux systèmes techniques d'une exploitation agricole et ses effets sur l'environnement (voir Figure 5, point 2.3.6 du chapitre 2), ces résultats corroborent le fait que l'intensification agricole actuellement en vigueur au Rwanda dépend de l'agrofourmiture avec l'engagement de contrôler ses effets négatifs sur l'environnement (CIRAD, 2013). Par ailleurs, la conciliation de l'augmentation de la production agricole et la protection de l'environnement ainsi que la conservation de la biodiversité reste problématique.

Nous avons également analysé le degré d'association entre les techniques agricoles pratiquées et les caractéristiques des petits exploitants agricoles, notamment le sexe de l'exploitant, son niveau d'éducation, la culture choisie, le niveau de performance, ainsi que la localisation (District) de son exploitation. Comme la pratique des techniques agricoles est qualitativement mesurée (l'échelle de Likert sur 5 points), nous avons aussi choisi les caractéristiques des producteurs agricoles de type qualitatif pour faciliter l'analyse. Le test Chi-deux (Chi-square) a été fait dans ce cas (voir les résultats au tableau 18).

Les résultats ne montrent aucune association entre les techniques agricoles effectivement pratiquées et le sexe des petits exploitants agricoles car aucun coefficient calculé n'est significativement différent de zéro (voir tableau 18, colonne 2). Les résultats montrent que l'éducation influence positivement et significativement la réincorporation des résidus des cultures dans le sol, la pratique du paillage et la rotation des cultures (voir colonne 3). Les résultats montrent aussi que le choix de la culture et la localisation de l'exploitation (district) ont une grande influence (généralement très hautement significative) sur la plupart des techniques agricoles pratiquées par les petits exploitants (voir colonnes 4 et 5). Quant à la performance, les résultats du test Chi-deux révèlent que celle-ci a un lien positif et significatif avec l'usage des pesticide, la rotation des cultures et la pratique du paillage, hautement significative avec le respect du temps de plantation (semis), et très hautement significative avec la remise des résidus des cultures dans le sol (colonne 6).

La relation positive et significative entre l'éducation et certaines techniques agricoles, notamment la réincorporation des résidus des plantes dans la terre, la pratique de paillage, et la rotation des cultures (hautement significative) souligne le rôle de l'éducation dans l'adoption des technologies agricoles (Namwata et al., 2010). Pour la culture et le district (localisation), l'association avec les pratiques agricoles montre que ces dernières devraient être adaptées à différentes situations : différentes cultures à travers différentes localités pendant les différentes périodes (Rogers, 1983 ; Lybbert & Summer, 2010).

Tableau 18. Degré d'association entre les pratiques agricoles et les caractéristiques des petits exploitants agricoles.

Eléments d'analyse : pratiques agricoles (lignes) et caractéristiques des exploitants agricoles (colonnes)	Sexe	Education	Culture	District	Performance
Combinaison agriculture et élevage	7,04	30,76	79,51***	77,99***	2,84
Utilisation des semences sélectionnées	3,09	20,83	64,04***	49,53***	2,37
Semis au moment opportun	2,01	28,83	40,11	43,57***	10,96**
Récolte au moment de maturation	5,19	14,14	35,31	54,85***	3,44
Pratique de la jachère	6,99	31,32	55,90**	153,41***	6,35
Usage approprié des engrais chimiques	7,31	26,43	109,26***	29,48***	8,72
Usage approprié du fumier	2,72	21,37	72,03***	45,61***	0,59
Usage approprié des pesticides	4,68	35,11	79,25***	28,40***	8,74*
Restitution des résidus de plantes au sol	4,52	40,58*	79,25***	176,12***	29,02***
Pratique du paillage	0,98	38,01*	91,95***	175,59***	7,93*
Combinaison fumier et engrais chimiques	5,51	38,01	66,80***	81,56***	7,93
Rotation des cultures	5,39	42,95**	78,22***	97,23***	8,72*

Note : Les chiffres donnés dans le tableau sont les statistiques Pearson chi-deux (Pearson Chi2) ; *, ** et *** montrent la significativité à 10%, 5% et 1% respectivement.

Quant à la performance, la relation positive avec les pratiques agricoles souligne l'importance de l'adoption des technologies innovantes dans l'augmentation de la production et la réduction de coût moyen de production (Challa, 2013), dans la facilité d'effectuer le travail agricole et ainsi de réaliser des économies de temps et

de main-d'œuvre (Bonabana-Wabbi, 2002), et même dans l'amélioration de la productivité agricole (Challa, 2013) et dans la stabilité des revenus agricoles (Feder al., 1985). Par contre, il y a une relation positive mais non significative entre le sexe et la pratique des techniques agricoles, ce qui montre que les producteurs agricoles aussi bien hommes que femmes reconnaissent l'importance des nouvelles technologies agricoles et s'efforcent à les pratiquer sur leurs parcelles.

La pratique des techniques agricoles parmi les petits producteurs agricoles correspond bien à leurs perceptions de leur importance⁴⁰. Ceci s'explique par la similitude des scores moyens de différentes techniques, tant du point de vue de leur pratique effective sur les exploitations que de leur perception par les exploitants. C'est par exemple le cas concernant l'usage approprié des engrais organiques avec des scores respectifs de 4,70 et 4,54, la combinaison de l'agriculture et de l'élevage (scores de 4,46 et 4,46) ainsi que la rotation culturale (scores de 4,40 et 4,40) (voir tableaux 17 et 19).

Pour certaines pratiques, la divergence entre les deux aspects (de la pratique et de la perception) pourrait résulter du souci de bien énoncer les utilités des pratiques agricoles dans l'amélioration de la productivité des sols, surtout du côté de la perception des différentes techniques agricoles que les petits exploitants agricoles formulent. En matière de perception, nous avons aussi ajouté quatre pratiques (utilisation des semences sélectionnées, semis au moment opportun, récolte des cultures à maturité, et remise des résidus des plantes au sol) jugées importantes dans la gestion de la fertilité des sols et dans la protection de l'environnement, afin d'examiner à quel niveau les petits agriculteurs agricoles pourraient les adopter.

5.3 Perception des petits exploitants sur les utilités des techniques agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda

L'analyse de la perception par les petits producteurs de l'importance des techniques agricoles a été conduite pour dévoiler l'importance que donnent les agriculteurs aux différentes techniques agricoles (voir tableau 19). Les données ont été collectées sur les différentes techniques, notamment la rotation des cultures, la protection des sols contre l'érosion, l'usage des engrais organiques, la combinaison des engrais chimiques et des engrais organiques, la durabilité du système agricole, l'association des cultures (« *mixed farming* »), l'agroforesterie, et la combinaison de l'agriculture et de l'élevage. Pour cette évaluation, nous avons fait recours à l'échelle de Likert a de nouveau été utilisée (1=je n'en sais rien ; 2=pas du tout d'accord ; 3=pas d'accord ; 4=d'accord ; 5=tout à fait d'accord). Pour chaque technique, la moyenne arithmétique pondérée (μ) a été calculée.

⁴⁰ Les techniques culturales considérées, entre leur pratique (tableau 17) et leur perception (tableau 19), diffèrent pour certaines d'entre elles. Nous avons distingué 13 techniques culturales pratiquées alors que la perception ne porte que sur 9 techniques culturales. Certaines techniques culturales, selon qu'elles sont pratiquées ou perçues, ne sont pas formulées de la même manière. Ces asymétries proviennent du processus de validation de l'outil de collecte des données, notamment les résultats de l'enquête préliminaires.

Tableau 19. Perception des petits exploitants sur les utilités des techniques agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.

Effets présumés des pratiques agricoles (N=401)	Tout à fait d'accord		D'accord		Pas d'accord		Pas du tout d'accord		Rien signalé		Moyenne (μ)	Ordre
	Code	n	Code	n	Code	n	Code	n	Code	n		
Les engrais organiques forment une source irremplaçable de fertilité et de productivité du sol	5	243	4	145	3	3	2	7	1	2	4,54 (0,68)	1
La protection des sols contre l'érosion contribue à la fertilité et la productivité	5	252	4	127	3	4	2	3	1	15	4,49 (0,87)	2
La combinaison de l'agriculture et de l'élevage favorise le développement durable du secteur agricole	5	209	4	180	3	6	2	2	1	2	4,47 (0,66)	3
Une rotation appropriée des cultures est une source très importante de la fertilité du sol	5	184	4	206	3	1	2	6	1	4	4,40 (0,67)	4
Les engrais chimiques bien combinés avec les engrais organiques contribuent fortement à la fertilité et la productivité du sol	5	179	4	208	3	6	2	2	1	6	4,38 (0,69)	5
Les techniques agricoles visant la fertilité avec l'usage minimum des engrais chimiques sont très importantes pour la durabilité du système agricole	5	150	4	195	3	21	2	13	1	22	4,09 (1,02)	6
Les arbres agro-forestiers sont très importants pour l'augmentation de la productivité du sol	5	96	4	260	3	13	2	10	1	22	3,99 (0,93)	7
Les cultures mixtes / associées / intercalaires favorisent l'augmentation de la productivité du sol	5	63	4	150	3	103	2	39	1	46	3,36 (0,120)	8
Les engrais chimiques ne constituent pas la seule source de fertilité et de productivité du sol	5	13	4	22	3	164	2	185	1	17	2,57 (0,80)	9

Note : « n » signifie « effectif », « ordre » signifie « par ordre décroissant d'importance ». Les chiffres entre parenthèses sont des écarts types.

Les résultats montrent que les agriculteurs perçoivent les engrais organiques ($\mu=4,54$), la lutte contre l'érosion ($\mu=4,49$), la combinaison de l'agriculture et de l'élevage ($\mu=4,46$), la rotation des cultures ($\mu=4,40$), ainsi que la combinaison des engrais organiques et engrais chimiques ($\mu=4,38$) comme les cinq premières techniques agricoles susceptibles de promouvoir la gestion de la fertilité et de la productivité des sols dans la région des sols de laves au Rwanda. La pratique des cultures associées se place en huitième position (parmi les 9 techniques examinées) après l'usage exclusif des engrais chimiques, ce qui reflète le rattachement des producteurs agricoles à la culture pure et à la combinaison raisonnée des engrais chimiques et organiques.

La dernière colonne du tableau 19 décrit, par ordre décroissant d'importance, comment les techniques agricoles sélectionnées sont perçues par les producteurs agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda. Ces résultats se rapportent aux systèmes techniques de l'agriculture durable et leurs implications environnementales (Figure 5, voir 2.3.6) et montrent que les producteurs agricoles comprennent bien la dépendance à l'agrochimie de l'intensification agricole via la spécialisation régionale de l'agriculture actuellement en vogue au Rwanda ainsi que ses effets sur l'environnement.

5.4 Enjeux de développement agricole dans la région des sols de laves au Rwanda

Dans leur profession, les petits exploitants agricoles de la région des sols de laves au Rwanda font face à un certain nombre d'enjeux. Les résultats de l'analyse montrent que, par ordre d'importance, les contraintes majeures de développement agricole dans la région des sols de laves au Rwanda qu'ils perçoivent concernent surtout les pluies irrégulières et destructives, les maladies et les ravageurs des cultures, le problème de disponibilité et les prix élevés des fertilisants, la perte continue de fertilité du sol, l'absence de semences ou de plants de pomme de terre à haut rendement, ainsi que le prix de vente faible pour quelques produits agricoles. Bien que l'échelle de Likert se soit montrée très intéressante dans les sections 5.2 et 5.3 du présent chapitre, nous allons utiliser simplement les effectifs dans les sections subséquentes (sections 5.4 et 5.5) à cause de la nature des données collectées sur les contraintes de développement et sur les stratégies envisagées pour le développement agricole dans la région des sols de laves au Rwanda. Nous avons procédé à des questions à choix multiples, avec possibilité de plusieurs réponses. Les détails sur les défis au développement agricole dans la zone de recherche sont résumés dans le tableau 20.

Ces enjeux reflètent les différents risques (Harmignie et al., 2004 ; Chetaille et al., 2011) auxquels font face les producteurs agricoles dans cette région. Il ressort de cette analyse que les principaux risques agricoles sont le risque catastrophe (pluies destructives, pluies irrégulières, sécheresse, inondation), le risque rendement (maladies des cultures, ravageurs des plantes, animaux en divagation sur les champs, absence des semences de qualité, problème de disponibilité des fertilisants, perte de fertilité du sol, pluies irrégulières), risque qualité (maladies des cultures, absence des semences de qualité, pluies irrégulières, perte de fertilité du sol), risque prix (prix de vente faible) et risque d'érosion (érosion, glissement des terres).

Tableau 20. Contraintes de développement agricole dans la région des sols de laves au Rwanda.

Problèmes de l'agriculture (N=401)	Effectif	Pourcentage	Ordre
Pluies destructives	382	95,26	1
Maladies des cultures	372	92,77	2
Pluies irrégulières	369	92,02	3
Ravageurs des plantes	354	88,28	4
Disponibilités des fertilisants	336	83,79	5
Perte de fertilité du sol	313	78,05	6
Prix des fertilisants élevés	293	73,07	7
Animaux en divagation sur les champs	279	69,58	8
Absence des semences de qualité	257	64,09	9
Prix de vente faible	193	48,13	10
Erosion	162	40,40	11
Glissement des terres	94	23,44	12
Sécheresse	31	7,73	13
Inondation	18	4,49	14
Autres problèmes	13	3,24	15

Note : Plusieurs réponses étaient possibles pour un seul répondant ; « ordre » signifie « par ordre décroissant d'importance ».

Après la présentation des enjeux de développement agricole, nous nous sommes intéressés à l'analyse des perspectives de développement agricole dans la zone d'étude dont les résultats sont repris dans la section suivante.

5.5 Perceptions des producteurs sur les perspectives de développement agricole dans la région des sols de laves au Rwanda

Cette section se concentre sur les choix des stratégies de développement agricole. Les résultats montrent que les préférences des petits exploitants agricoles en matière de stratégies de développement agricole dans la région des sols de laves au Rwanda portent principalement sur différents aspects qui sont présentés au tableau 21. Parmi les plus importants, ces aspects consistent en l'obtention de semences ou plants de pomme de terre à haut rendement et/ou à cycle végétatif court, la mise en place d'infrastructures modernes, la participation des agriculteurs à la fixation des prix, l'obtention de subsides en semences et/ou plants de pomme de terre, la non-conversion d'usage des terres arables, rendre l'agriculture moins dépendante des conditions climatiques, assurer une disponibilité croissante des semences (ou les plants de pomme de terre) en quantité et en qualité, développer le financement agricole (crédits, taux d'intérêts), des services agricoles de proximité et la gestion des risques agricoles (assurances des cultures, agriculture contractuelle), entre autres aspirations.

Tableau 21. Stratégies de développement agricole envisagées par les petits producteurs agricoles.

Stratégies envisagées par les producteurs (N=401)	Effectif	Pourcentage	Ordre
Rechercher les semences à haut rendement et court cycle de production	361	90,02	1
Infrastructure moderne	352	87,78	2
Participation des exploitants agricoles dans la fixation des prix agricoles	345	86,03	3
Subsides des semences	338	84,29	4
Eviter la conversion de l'usage des terres	333	83,04	5
Agriculture peu dépendante de la pluie	312	77,81	6
Disponibilité des semences/plants de pomme de terre (quantité et qualité)	290	72,32	7
Rechercher les semences adaptées aux changements climatiques	289	72,07	8
Crédits agricoles à taux préférentiels	285	71,07	9
Services agricoles à proximité des fermiers	268	66,83	10
Agriculture contractuelle	249	62,09	11
Développement d'activités rurales non agricoles	246	61,35	12
Assurance des cultures	236	58,85	13
Rechercher les semences à plus haut rendement	215	53,62	14
Mettre en place des facilités de stockage	182	45,39	15
Mettre en place des unités de transformation	129	32,17	16
Autres stratégies	34	8,48	17

Note : Plusieurs réponses étaient possibles pour un seul répondant ; « ordre » signifie « par ordre décroissant d'importance ».

5.6 Conclusion partielle sur les pratiques agricoles

Le chapitre a identifié les techniques effectivement pratiquées sur les petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda et a également traité des perceptions des petits producteurs agricoles sur les utilités des techniques agricoles dans l'amélioration de la fertilité et de la productivité des sols. A partir des données collectées à l'aide de l'échelle de Likert à cinq points, nous avons estimé la moyenne pondérée afin de les ordonner par ordre décroissant d'importance selon la perception des petits producteurs agricoles. Nous avons procédé de la même façon pour ordonner les techniques effectivement pratiquées sur les exploitations agricoles. Cette étude visait à classer les techniques agricoles effectivement pratiquées par les petits agriculteurs des hautes terres volcaniques du Rwanda.

La littérature existante reconnaît le rôle des effets de l'information, de l'éducation, des retombées et de l'apprentissage sur l'adoption de technologies innovantes par les agriculteurs. La motivation des agriculteurs à adopter de nouvelles technologies s'étend à l'amélioration de la productivité, à l'augmentation et à la stabilisation des revenus agricoles et à la réduction de la pauvreté. Les résultats de la moyenne

pondérée des techniques effectivement pratiquées ont permis d'identifier les techniques agricoles les plus utilisées, à savoir la pratique des engrais organiques, la lutte contre l'érosion, la combinaison de l'agriculture et de l'élevage, la rotation des cultures, ainsi que la combinaison des engrais organiques et engrais chimiques. Ces cinq techniques agricoles, susceptibles de promouvoir la gestion de la fertilité et de la productivité des sols, nous ont amené à confirmer que les agriculteurs choisissent les techniques agricoles les mieux à même de contribuer à l'amélioration de leurs conditions de bien-être.

En revanche, la jachère fait partie des techniques agricoles les moins utilisées, ce qui met l'accent sur la rareté des terres ainsi que sur les conséquences négatives de l'exploitation excessive des terres sur l'environnement. Sur la base de ces résultats, nous recommandons que (i) des stratégies de renforcement de la vulgarisation agricole soient conçues, à partir des stratégies développées par les agriculteurs ; (ii) étendre les formations professionnelles des agriculteurs à des techniques agricoles hors pratique effective telles que la restitution des résidus des plantes au sol, utilisation des semences sélectionnées, plantation au moment opportun, et récolte des cultures à maturité ; (iii) améliorer l'accès des agriculteurs aux variétés de semences à haut rendement.

**Productivité, efficacité et efficacité
économique des petites exploitations
agricoles dans la région des sols de laves au
Rwanda**

6. Productivité, efficacité et efficacité économique des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda

6.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous avons estimé la productivité agricole et analysé l'efficacité économique des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda. D'abord, les facteurs qui affectent le rendement (ou la productivité agricole) ont été identifiés à l'aide de l'analyse corrélacionnelle. Etant donné que cette méthode considère l'hypothèse de linéarité entre les variables incluses dans l'analyse, l'analyse corrélacionnelle a été complétée par la méthode du nuage des points pondéré, estimateur connu comme « *lowess* », qui englobe aussi la régression linéaire locale. Cet estimateur a permis de vérifier si la relation linéaire est maintenue si l'on tient compte de la distribution des variables d'analyse. Ensuite, nous avons estimé le niveau d'efficacité d'allocation des ressources et identifié les facteurs déterminants de l'efficacité économique. Enfin, la conclusion partielle du chapitre a été formulée.

6.2 Présentation de l'environnement de travail des petits exploitants agricoles au Rwanda

Nous avons utilisé les données d'une seule campagne agricole (saison culturale 2019 B) dans cette recherche, ce qui conduit à une vision très statique et assez pauvre de la réalité. Ceci ne nous permet pas de bien comprendre les stratégies que peuvent adopter les producteurs et ne nous permet pas de donner plus de profondeur à l'analyse. Pour répondre au moins partiellement à ce problème, nous allons expliquer comment les producteurs de la région des sols de laves au Rwanda, sur leurs exploitations, effectuent les assolements et les rotations culturales (assolement type, rotations les plus communément pratiquées) pour aider à mieux comprendre les enjeux socio-économiques et les choix stratégiques des producteurs (voir le point 6.2.1). Nous avons aussi collecté quelques statistiques sur l'évolution de la production agricole et sur les prix des produits agricoles (voir le point 6.2.2). Nous avons de plus examiné la place des producteurs agricoles dans la chaîne de valeur des produits agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda (voir le point 6.2.3). L'analyse exploratoire du marché des produits agricoles a été en définitive présentée (voir le point 6.2.4).

6.2.1 Site agricole, assolement et rotation des cultures dans la région des sols de laves au Rwanda

Dans le cadre du Programme d'intensification agricole (CIP), chaque région doit choisir les cultures qui sont les mieux adaptées à ses sols et ainsi créer des sites/espaces agricoles au niveau de chaque village, ce qui est connu comme une « consolidation des terres », « *Agasozi Ndatwa* » en Kinyarwanda. Le MINAGRI a inauguré la politique de vulgarisation « *Agasozi Ndatwa* » en 2008 en collaboration avec le Ministère de l'Administration Locale. Cette politique est mise en œuvre au

niveau du Village, l'unité administrative connue sous le nom d' « *Umudugudu* ». L'objectif est de lancer des activités d'auto-amélioration sur un « site agricole modèle » dans chaque village. Il concerne toutes les questions et activités liées à la gestion des terres, telles que la prévention de l'érosion des sols, l'intensification agricole, l'élevage, la gestion de l'eau, les jardins potagers et la consolidation des terres. La politique « *Agasozi Ndatwa* » est également basée sur la performance et est venue compléter d'autres politiques de développement socioéconomique au niveau du Village. Les unités administratives et les agriculteurs modèles reçoivent des récompenses afin d'encourager une gestion compétitive des terres et des contrôles de l'érosion (voir Bizoza, 2011).

Les exploitants agricoles décident quelle culture exploiter sur leur site au cours de chaque saison culturale en lien avec les principes de rotation des cultures. Il se peut aussi qu'un exploitant choisisse individuellement la culture à exploiter pourvu que cette dernière soit sur la liste des cultures acceptées sur le site. Par conséquent, aucun exploitant ne peut cultiver une culture autre que sélectionnée/décidée au niveau de la communauté, et exploiter deux cultures différentes sur une seule parcelle au cours d'une seule saison culturale n'est pas permise, surtout que les exploitants agricoles bénéficient d'un subside en intrants.

L'association des cultures (« *mixed cropping system* ») est l'un des modes d'exploitation de la terre qui consiste à exploiter ensemble plusieurs espèces végétales différentes sur une même parcelle (presque) au même moment. Nous avons dans ce cas une gamme de cultures dispersées sur la même parcelle : le sorgho, le maïs, le haricot, la pomme de terre, la patate douce, le manioc, ou la colocase (Musabanganji, 2017). Les statistiques agricoles montrent qu'au cours de l'année 2019, l'association des cultures occupait 75,1% en saison culturale A (NISR, 2019a) et 48,8% en saison culturale B (NISR, 2019b), mais cette pratique agricole n'est pas autorisée⁴¹ sur le site agricole « *Agasozi Ndatwa* ». Cette interdiction découlant d'une décision de politique agricole semble donc aller à l'encontre d'une pratique très courante de l'association de cultures. Les objectifs assignés au site agricole « *Agasozi Ndatwa* » sont d'améliorer la protection des terres, d'augmenter la productivité agricole, et enfin de produire des effets de diffusion. Jusqu'à maintenant, certains petits producteurs agricoles mettent toujours en avant les avantages de l'association des cultures et ainsi résistent à adopter la culture pure sur les parcelles en dehors du site agricole « *Agasozi Ndatwa* ».

Bien que l'association des cultures ne soit pas recommandée par les autorités agricoles et administratives, elle reste considérée comme sources de bénéfices

⁴¹ Il faut ici signaler que tous les exploitants enquêtés travaillent sur un site agricole et sont par conséquent soumis à des directives des autorités dans le cadre du développement agricole durable. C'est principalement cette catégorie d'exploitations agricoles qui bénéficient des programmes d'intervention de l'Etat dans le secteur agricole (engrais chimiques et semences subsidiés, lutte contre les chenilles dans les exploitations de maïs, etc.). Il s'agit d'une orientation générale du développement du secteur agricole dans le cadre du programme de l'intensification agricole centré sur la consolidation des terres, l'usage intensifié des engrais et des semences à haut rendement, lutte contre l'érosion et les maladies des plantes, etc. Il est attendu que les techniques agricoles pratiquées sur les parcelles dans les zones des terres consolidées soient étendues aux parcelles dans les zones des terres non consolidées.

divers, entre autres la fixation de l'azote dans le sol, la protection contre les ravageurs et parasites, la protection contre l'érosion, la diversification des produits agricoles et l'amélioration du profit des exploitants agricoles (Milz, 2010). Etant qualifiée de pratique agricole qui ne vise pas la rentabilisation des exploitations agricoles, l'association culturale permet aux ménages des exploitants d'avoir de la nourriture presque tout le temps, sans souffrir de pénuries graves pendant les périodes entre deux récoltes du fait que les cultures associées ont les cycles différents (Musabanganji, 2017).

L'assolement et la rotation ne sont pas les mêmes pratiques dans l'agriculture. L'assolement peut se définir comme une division d'une exploitation en diverses parcelles appelées soles, et chaque sole est exploitée différemment (Dufumier, 2004). Quant à la rotation, elle peut se définir comme une succession dans le temps des cycles de culture sur une même parcelle. Il existe plusieurs types de rotation : rotations simples, rotations simples avec cultures pérennes, rotations simples additionnées, rotations complexes, la rotation deux plus deux (qui inclut la culture d'une même culture ou d'une culture du même type deux années de suite suivies par une longue coupure, comme blé-blé → maïs –maïs → soja –soja, par exemple) et les rotations mélangeant enchaînements traditionnels et deux plus deux. Suite à la petite taille des terres arables disponibles à chaque famille comme conséquence du problème de morcellement des terres, l'assolement n'est pas appliqué au Rwanda (Musabanganji, 2017). L'assolement est pratiqué presque exclusivement chez les grands propriétaires de terres où l'on peut observer sur une même exploitation une parcelle réservée à la culture du maïs, une autre réservée au pâturage, une autre réservée à la culture des fruits comme l'ananas, etc. La rotation des cultures présente une série d'avantages, notamment la lutte contre les organismes nuisibles, l'amélioration de la structure du sol, l'amélioration de la fertilité, ainsi que la facilitation du travail du sol.

Concrètement dans la région des sols de laves au Rwanda, la rotation se fait généralement selon l'ordre simple : (1) les légumineuses (haricot, petit pois), (2) suivies des céréales (maïs, blé, sorgho) ou légumes feuilles, (3) suivies des légumes fruits et/ou légumes racines, (4) suivie de la pomme de terre, et ensuite, recommencer le cycle de culture. Spécifiquement, pour les producteurs de pomme de terre (PdT), les différentes rotations sont possibles mais les plus fréquentes sont les suivantes : (i) PdT, haricot, et PdT ; (ii) PdT, haricot, maïs et PdT ; (iii) PdT, PdT, haricot, PdT, et PdT. De même, pour les producteurs d'oignon, les possibilités de rotation les plus fréquentes sont : oignon, haricot, et oignon ; oignon, maïs, et oignon. La mise en jachère peut être définie comme une technique qui consiste à laisser pendant une certaine période une parcelle précédemment exploitée. Cette technique permet la régénération de la fertilité des sols. Suite à la pression démographique sur les terres occasionnant leur raréfaction, la pratique de mise en jachère est devenue pratiquement inexistante sauf quelques cas isolés observables dans différents coins du pays.

6.2.2 Evolution de la production et des prix des produits agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda

Les statistiques sur la production agricole montrent que la production nationale de pomme de terre a augmenté, en passant de 439.412 T (saison 2018A) à 468.931 T (saison 2019 A), alors qu'elle a ensuite légèrement baissé pour se situer à 427.471 T (saison 2020A), soit une diminution de 12.041 T (-2,7%). De même, de 2018A à 2020A, on a observé une diminution de la production de haricot de 24.619 T (soit - 9,8%), une augmentation de la production du maïs de 21.329 T (soit +6,4%), une diminution de la production du blé de 1.842 T (soit -30,5%), une augmentation de la production du sorgho de 5.650 T (soit +15,4%), et une diminution de la production de légumes de 2.824 T (soit -1,7%). La figure 16 décrit l'évolution de la production agricole au niveau national depuis la saison culturelle 2018A à la saison 2020A.

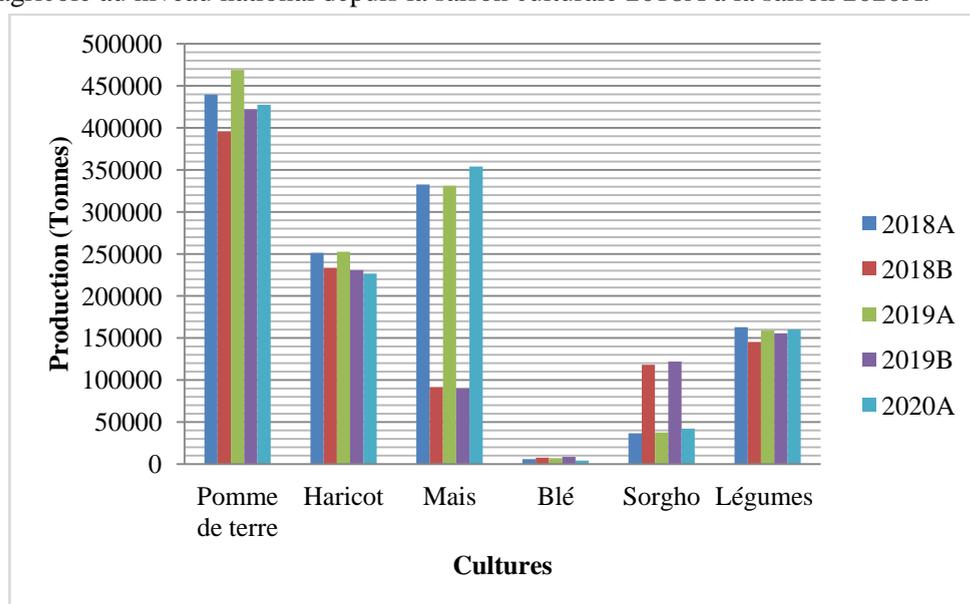


Figure 16. Evolution de la production agricole en tonnes de 2018A à 2020A (Rwanda).

Source : Elaboré par l'auteur à partir des données des enquêtes agricoles de l'Agence Nationale des Statistiques au Rwanda (NISR), saisons 2018A, 2018B, 2019A, 2019B et 2020A.

Quant à l'évolution de la production agricole dans la région des sols de laves au Rwanda (Figure 17), la comparaison de la production par saison nous permet d'observer une augmentation de la production de pomme de terre de 263.295 T (2018A) à 288.691 T (2020A), soit une variation positive de 25.396 T (+9,7%). Nous avons par ailleurs observé une variation allant de 288.691 T (saison 2019 A) à 268.665 T (saison 2020 A), soit une diminution de 20.026 T (-6,9%). La comparaison de la saison 2020A à celle de 2018A aboutit à une augmentation légère

de 5.370 T (+2,04%). De même, par rapport à la saison 2018 A, on observe au cours de la saison 2020 A une augmentation dans la production de haricot, de maïs, de sorgho, et de légumes, respectivement de 3.617 T (14,8%), 10.422 T (36,8%), 433 T (6,8%), et 8.218 T (25,1%). Toujours au cours de la saison 2020 A, on observe par ailleurs une diminution de la production de blé de 581 T (-14,8%).

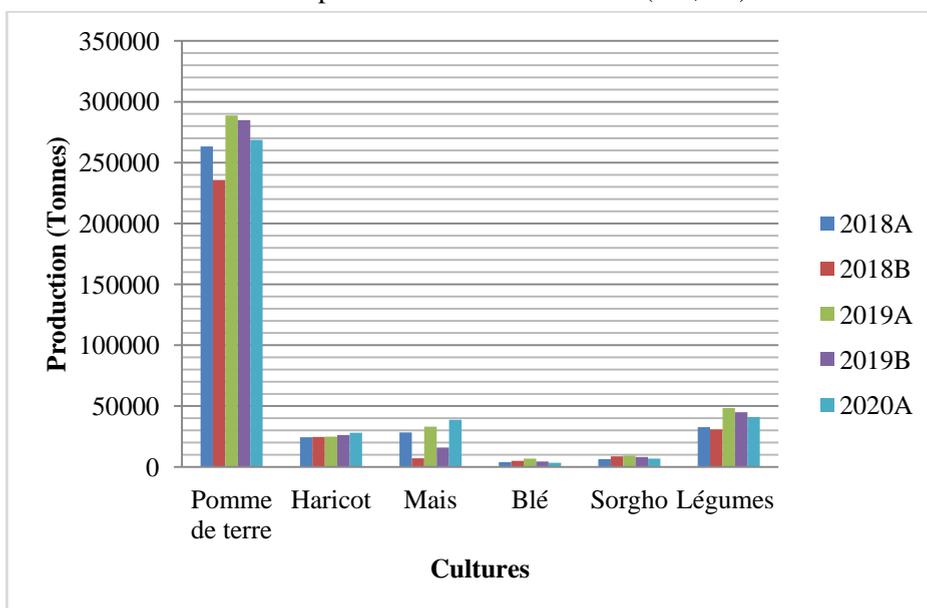


Figure 17. Evolution de la production agricole en tonnes de 2018A à 2020A (Région agricole des sols de laves au Rwanda).

Source : Elaboré par l'auteur à partir des données des enquêtes agricoles de l'Agence Nationale des Statistiques au Rwanda (NISR), saisons 2018A, 2018B, 2019A, 2019B et 2020A.

Après l'analyse de l'évolution agricole au Rwanda, en général et dans la région des sols de laves, en particulier, nous avons utilisé les statistiques des enquêtes intégrales sur les conditions des ménages au Rwanda (EICV 4, en 2014 et EICV 5, en 2017) et celles de notre enquête (octobre-décembre 2019) pour analyser l'évolution des prix agricoles (voir tableau 22). Au niveau national, sur la période de 2014 à 2017, les statistiques montrent que le prix de la pomme de terre a faiblement augmenté en passant de 161 à 167 FRW/Kg (+ 3,3%). Il y a eu aussi une augmentation des prix du maïs, du blé, du sorgho, et des carottes, respectivement de 17,3%, 5,6%, 22%, et 17%. Il y a eu par contre une diminution des prix du haricot (11,1%), de l'oignon (54,9%), du chou (9,8%) et du pyrèthre (9%). Les variations des prix seraient généralement dues, en 2016, aux chocs de l'offre agricole (NISR, 2018) et pour la saison 2020 A (NBR, 2020a) aux pluies destructives enregistrées dans les provinces du Nord et de l'Ouest, à la sécheresse survenue dans les provinces de l'Est et du Sud, à la demande croissante en produits alimentaires (NBR, 2020b), à l'inflation qu'a connue le Rwanda de 2014 à 2017 (NISR, 2018d),

ou encore aux fluctuations saisonnières de la production. Sur la période de 2014 à 2017, suite à une demande croissante en produits alimentaires de base (tels que la pomme de terre, le haricot, le maïs, etc.) et à l'augmentation de leurs prix, la demande de l'oignon qui est principalement consommé comme condiment par les Rwandais, ainsi que son prix ont subi une diminution nettement marquée. Le tableau 22 décrit l'évolution des prix des produits agricoles au Rwanda et, particulièrement, dans la région des sols de laves au Rwanda.

Tableau 22. Niveau des prix des produits agricoles (FRW) dans la région des sols de laves et au Rwanda.

Produit agricole	Rwanda (Prix en FRW)		Région des sols de laves (Prix en FRW)		
	EICV 4 (2014)	EICV 5 (2017)	EICV 4 (2014)	EICV 5 (2017)	Notre enquête (fin 2019)
	Pomme de terre	161	167	168	155
Haricot	409	364	364	389	403
Maïs	196	230	186	233	307
Blé	340	359	350	358	450
Sorgho	222	271	275	285	498
Oignon	684	309	255	433	459
Carottes	166	194	89	147	212
Choux	117	105	56	98	197
Pyrèthre	1.123	1.031	1.123	1.031	3.000

Note : Tous les chiffres sont arrondis à l'unité.

Pour la région des sols de laves, de 2014 (données de EICV 4) à 2019 (données de notre enquête), nous avons observé une augmentation du prix de la pomme de terre qui est passé de 168 à 205 FRW /Kg : ce prix a baissé jusqu'à s'établir à 168 FRW en 2014 et 155 FRW en 2017 (soit une baisse de 8%), et est remonté à 205 FRW en 2019 (soit une augmentation de 32,6%). Sur la période de 2014 à 2019, nous avons observé une augmentation des prix des haricots (10,6%), du maïs (64,7%), du blé (28,6%), du sorgho (89,9%), de l'oignon (80,2%), des carottes (138,2%), du pyrèthre (167,2%) et une augmentation plus prononcée du prix des choux (252,6%). Cette augmentation du prix du pyrèthre serait due au fait que la Société HORIZON a commencé la transformation de cette culture en différents produits finis pour le marché national et international ; par conséquent, cette revalorisation /augmentation de la valeur ajoutée du pyrèthre se répercute sur le prix payé au producteur en vue de l'encourager.

La différence des prix entre la région des sols de laves et le reste du pays serait due à la différence des dynamiques démographiques, sociales et économiques entre les différentes régions du Rwanda. En plus, les prix de l'année 2019 sont les prix de notre enquête, lesquels ont été relevés à un instant précis au cours de la période

d'octobre à décembre 2019. Ils ne constituent donc pas des prix représentatifs des prix moyens pour l'année 2019. C'est la raison principale pour laquelle ils sont de loin supérieurs aux prix des années 2014 et 2017 dont les prix donnés sont des prix moyens. De toute façon, on observe une augmentation nettement plus grande du prix de la PdT dans la région des sols de laves par rapport au niveau national. Cet écart serait expliqué par le fait que la région des sols de laves enregistre une production majoritaire (plus de 60% de la production nationale) probablement conjuguée avec une qualité supérieure (NISR, 2019b), ce qui semble répondre aux préférences des grands consommateurs de la PdT (hôtels, restaurants, écoles, supermarchés, etc.) (voir Nyamulinda et al., 2011).

6.2.3 La place des producteurs agricoles dans la chaîne de valeur des produits agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda

Bien que notre étude se focalise sur la production agricole, mais non pas sur l'analyse des filières, nous avons voulu montrer la place des producteurs agricoles dans la chaîne de valeur. Sur base des informations de notre enquête, nous avons élaboré la chaîne de valeur simplifiée de quelques cultures, notamment la pomme de terre et l'oignon (Figure 18), le maïs (Figure 19), et la carotte (Figure 20). Il est observable que la chaîne de valeur agricole est très longue et, par conséquent, le pouvoir du producteur dans le marché est très limité. Parmi les conséquences de la CVA très longue, il y a aussi la connaissance limitée des préférences des consommateurs du côté des producteurs individuels et la faible coordination de la chaîne de valeur agricole (voir Rukundo, 2019, spécifiquement pour la pomme de terre).

6.2.3.1 Le rôle des producteurs de pomme de terre et d'oignon dans la chaîne de valeur agricole

A côté des producteurs, d'autres acteurs dans la chaîne de valeur pomme de terre et oignon sont les collecteurs, les grossistes, les détaillants et, enfin, les consommateurs (Figure 18). Nous avons constaté que les acteurs de la chaîne de valeur pomme de terre et oignon se comportent de la même manière, raison pour laquelle nous avons élaboré une chaîne de valeur commune pour les deux cultures. La commercialisation de ces cultures suit normalement cette chaîne, mais l'autre possibilité serait le passage du producteur au consommateur en passant par le détaillant, ou directement du producteur au consommateur, surtout pour les petites quantités de production qui se vendent sur le marché local. Arrivés chez les grossistes, l'oignon ou la pomme de terre peuvent passer directement aux consommateurs, ou elles peuvent d'abord passer chez des détaillants avant d'arriver aux consommateurs. En plus, les courtiers et/ou les commissionnaires peuvent s'intercaler entre les deux acteurs de la chaîne de distribution. Il faut aussi noter qu'il y a souvent des opérations d'achat et/ou de vente (importations et/ou exportations, respectivement) avec les pays étrangers, en commençant par les pays voisins.

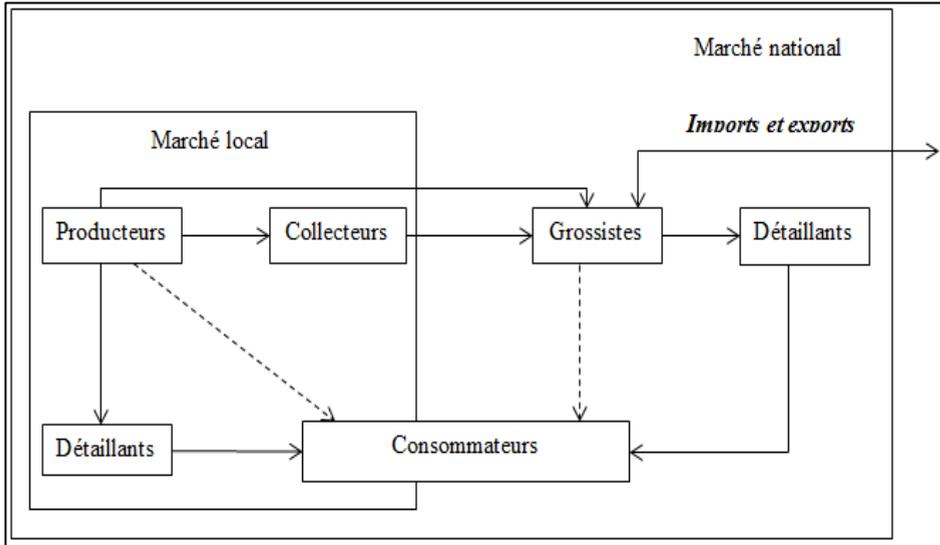


Figure 18. Chaîne de valeur simplifiée de la pomme de terre et de l'oignon dans la région des sols de laves au Rwanda.

6.2.3.2 Le rôle des producteurs de maïs dans la chaîne de valeur agricole

Contrairement à la chaîne de valeur pomme de terre et oignon, le maïs doit nécessairement rester quelques jours dans la station de séchage avant d'arriver chez les collecteurs ou les transformateurs. La chaîne de valeur et de commercialisation du maïs est décrite par la Figure 19.

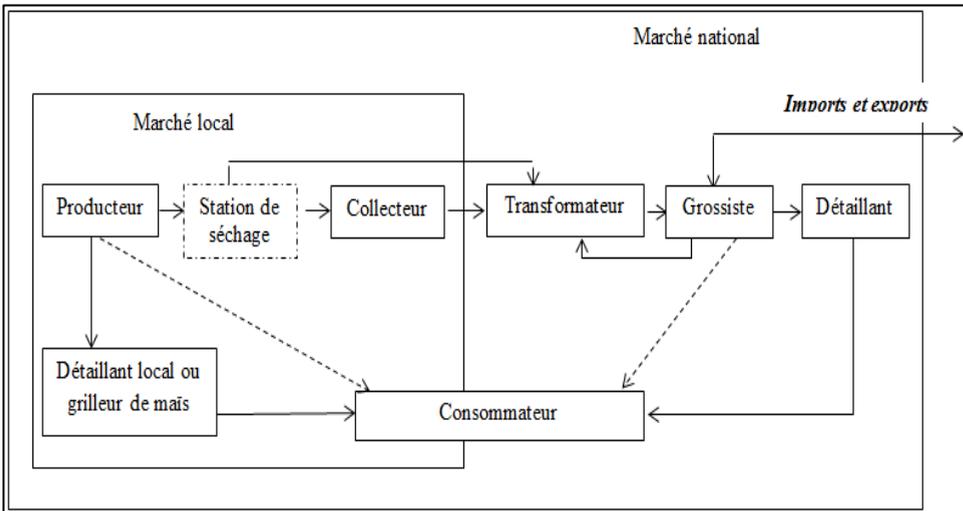


Figure 19. Chaîne de valeur simplifiée du maïs dans la région des sols de laves au Rwanda.

6.2.3.3 Le rôle des producteurs de carotte dans la chaîne de valeur agricole

La chaîne de valeur de la carotte est semblable à celle de la pomme de terre et de l'oignon, avec la seule différence que la carotte passe par la station de lavage avant de poursuivre la chaîne de commercialisation. Mais les producteurs dont les quantités sont petites peuvent nettoyer la carotte dans leurs maisons et porter le produit au marché. Dans ce cas, le produit peut aller directement au consommateur, ou passer d'abord chez les détaillants avant d'arriver aux consommateurs, sans toutefois ignorer qu'un courtier ou un commissionnaire peut s'interposer entre deux acteurs de la chaîne. Toute la chaîne de valeur et de commercialisation de la carotte est illustrée par la figure 20.

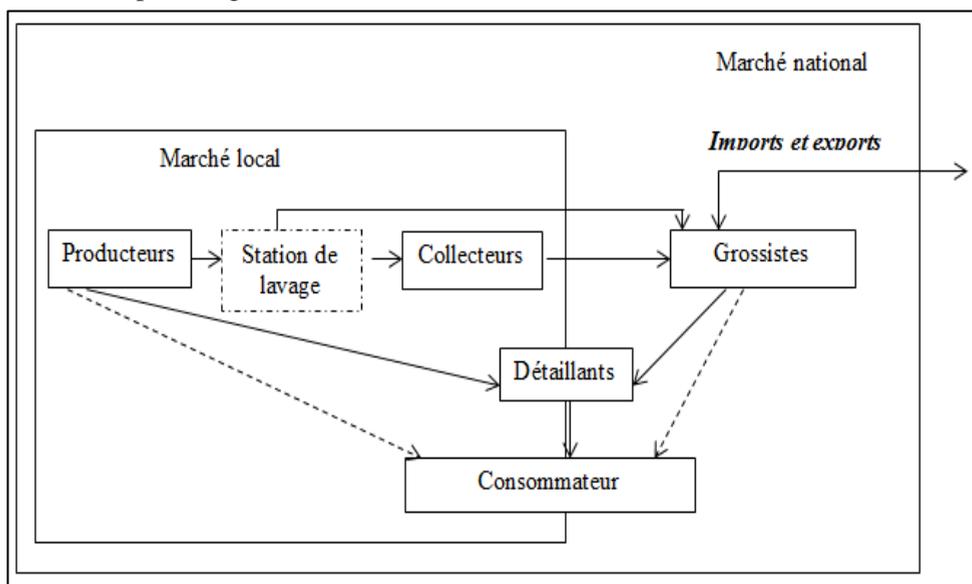


Figure 20. Chaîne de valeur simplifiée de la carotte dans la région des sols de laves au Rwanda.

Après cette présentation succincte de la place des producteurs agricoles dans la chaîne de valeur dans la région des sols de laves au Rwanda, vient ensuite l'analyse exploratoire du marché des produits agricoles au Rwanda.

6.2.4 Marché des produits agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda

Nous avons fait une analyse exploratoire du marché agricole au Rwanda. Du côté de l'offre, nous avons fait référence à l'évolution de la production agricole. Du côté de la demande, nous avons inventorié les consommateurs individuels et institutionnels sur le territoire national. Par manque de données, nous avons insisté sur les chiffres d'exportations, importations et exportations nettes pour statuer si notre système agro-alimentaire est dépendant ou non de l'extérieur.

L'évolution de l'offre intérieure des produits agricoles, en général et des denrées alimentaires, en particulier a été décrite dans le chapitre 3 (voir tableau 6 sur les indicateurs de développement économique au Rwanda de 2007 à 2018). Les statistiques montrent que le secteur agricole s'est développé sur un taux annuel moyen de croissance de 1,4% (variant annuellement entre 0,1 et 2,3% aux prix constants de 2014), et que la production des vivres a augmenté à un taux annuel moyen de 0,9% (dont le taux annuel varie de 0,5 à 1,6%). De plus, l'évolution de la production (en tonnes) de certains produits agricoles au Rwanda de 2018A à 2020A est observée sur la figure 15.

Sur cette figure, les statistiques montrent que la production de la saison culturale A est supérieure à celle de la saison B pour la pomme de terre, le haricot, le maïs et les légumes. Par contre, la production de la saison B est supérieure à celle de la saison A pour le sorgho et le blé. Les producteurs agricoles comprennent (1) les producteurs agricoles indépendants (75,9% de la population totale en 2017, selon l'EICV 5) ; (2) les coopératives agricoles dont les interventions se limitent à la production agricole, à l'acquisition des intrants, à l'accès au financement (cas de crédit solidaire), et à l'accès aux facilités à la disposition des coopératives comme, par exemple, station de lavage pour les producteurs de carottes et station de séchage pour les producteurs de maïs ; et, enfin, (3) les sociétés dont le rôle porte sur la transformation de quelques produits agricoles pour augmenter leur valeur.

Du côté de la demande, les acheteurs ou consommateurs des produits agricoles à l'intérieur du pays sont principalement les ménages, les écoles, les prisons, les restaurants, et les hôtels. Ces produits se vendent soit dans les champs, dans les habitations des producteurs agricoles, dans les marchés locaux, dans les grands marchés urbains, ou dans les supermarchés, avec diverses opportunités sur les marchés régional et global. Il faut ici rappeler que la population totalise 12.374.397 habitants avec un taux de croissance annuelle moyen de 2,5% (NISR, 2017).

L'offre et la demande intérieures n'assurent pas l'équilibre, étant donné que le Gouvernement rwandais est libéral et de ce fait reconnaît que l'ouverture économique du pays à l'extérieur (l'intégration régionale et la globalisation) serait parmi les moteurs du développement socioéconomique. Les prix baissent normalement pendant la récolte, la période où l'offre des produits agricoles augmente, alors qu'ils augmentent pendant les périodes hors récolte. L'évolution des prix des produits agricoles est illustrée par les chiffres du tableau 22.

Quant à l'évolution des exportations, importations et exportations nettes en tonnes, la lecture de la figure 21 montre que, au cours de l'année 2017, le Rwanda a importé plus qu'il n'a exporté de quantités de grains de maïs, de farine de maïs, de riz, de soya, et de pomme de terre (pour lesquelles les exportations nettes sont négatives) d'une part. Par contre, il a exporté plus qu'il n'a importé pour le haricot vert, le haricot séché, et la farine de blé (dont les exportations nettes sont positives).

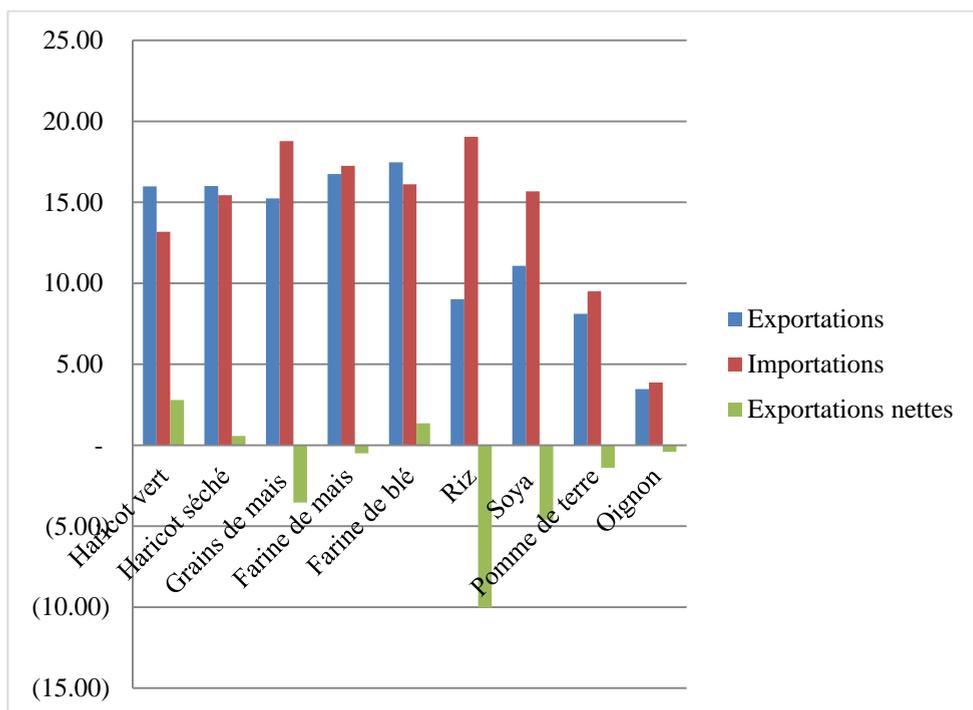


Figure 21. Exportations, importations et exportations nettes de certains produits agricoles au Rwanda, année 2017.

Note : Pour les exportations et les importations, les montants en tonnes ont été transformés en logarithmes avant de déterminer les exportations nettes, ceci pour réduire l'échelle de mesure et permettre la visibilité de la figure. Sur la figure, les parenthèses impliquent que les chiffres (les montants des exportations nettes) sont négatifs. C'est donc la quantité transformée en logarithmes qui est utilisée en ordonnée de ce graphique.

6.3 Productivité des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda

La productivité des petites exploitations agricoles a été mesurée par le rendement, c'est-à-dire la production agricole totale sur un hectare. Ceci a été obtenu par le rapport entre la production totale sur la surface des terres exploitées exprimée en hectares. Les données de notre enquête montrent que le rendement dans la région des sols de laves au Rwanda⁴² s'élève à 8.173 kilos de pomme de terre, 2.927 kilos de haricot, 3.108 kilos de maïs, 1.154 kilos de blé, 1.665 kilos de sorgho, 17.753

⁴² Il est important de signaler que les rendements de ces cultures sont supérieurs aux rendements au niveau national, sauf pour le pyrethre qui est exploité principalement dans la région de sols de laves et le blé. Ainsi, les estimations de rendement sont de 1.111 Kg/ha et 1.154 Kg/ha, respectivement au niveau de la région des sols de laves et au niveau national (NISR, 2019b). De plus, comme il est habituellement observé, le rendement de la pomme de terre est inférieur aux rendements des produits maraichers. Dans des contextes différents en Afrique, le rendement de la pomme de terre est supérieur aux rendements des produits maraichers. Ces le cas en en Algérie, au Maroc et en Afrique du Sud (voir les statistiques de la FAO, FAOSTAT 2015-2019).

kilos d'oignon blanc, 17.140 kilos d'oignon rouge, 16.491 kilos de carottes, 15.725 kilos de choux, 750 kilos de pyrèthre, avec une moyenne de 11.160 kilos (voir les détails dans le tableau 36). Selon ces chiffres, les rendements de ces cultures sont nettement plus faibles que leurs rendements potentiels, excepté le haricot dont le rendement actuel excède le rendement potentiel (voir le contenu du Tableau 8 pour comparaison). Les écarts de rendement⁴³ varient de 41% à 62%, sauf le pour le maïs dont l'écart du rendement est de 18%.

Par rapport à l'année 2009, les résultats du *t* test montrent que le rendement de la pomme de terre de 8.173 Kg/ha en 2019 (résultat de notre étude) est très hautement inférieur au rendement de 10.290 Kg/ha réalisé en 2009 dans la région des sols de laves au Rwanda ($t = -6,31$, $p - valeur = 0,00$). Cet écart très hautement significatif du rendement de la pomme de terre serait expliqué par la variabilité du rendement dans différents secteurs et districts, ainsi que par le caractère de nos données : nous avons échantillonné quelques villages dans la région d'étude, ce qui fait que notre moyenne ne correspond pas exactement à la moyenne de la région. Pour le haricot, le rendement de 2019 (2.927 Kg/ha) est très hautement supérieur au rendement de 2009 (1.890 Kg/ha) avec $t = 3,38$, et $p - valeur = 0,00$. Pour le sorgho, le rendement était de 1.440 Kg/ha en 2009 et a été estimé à 1.665 Kg/ha en 2019, et le résultat de *t* test montre que le premier n'est pas statistiquement différent du dernier ($t = 1,14$, $p - valeur = 0,28$). Pour le maïs, le rendement de 3.108 Kg/ha en 2019 (résultat de notre étude) est très hautement supérieur au rendement de 1.500 Kg/ha réalisé en 2009 dans la région des sols de laves au Rwanda ($t = 3,34$, $p - valeur = 0,00$). Il faut ici signaler que les informations sur le rendement d'autres cultures faisant l'objet de notre étude ne sont pas disponibles pour l'année 2009.

Maintenant que le rendement de chaque culture a été estimé, il s'avère nécessaire d'analyser sa variabilité entre les producteurs agricoles suivant leur niveau de performance (Tableau 23). Les résultats montrent que le rendement croît (à divers niveaux de signification) avec l'augmentation de la superficie moyenne cultivée (voir Tableau 24) pour toutes les cultures, excepté le maïs, le blé et le pyrèthre.

⁴³ L'écart de rendement est estimé à 11,8 tonnes/ha pour la pomme de terre (59,2 %), 1,97 tonnes/ha pour le blé (62,2%), 0,69 tonnes/ha pour le maïs (18,2 %), 12,9 tonnes/ha pour l'oignon rouge (43,0 %), 12,20 tonnes/ha pour l'oignon blanc (40,7 %), 13,50 tonnes/ha pour la carotte (45,0 %), et 14,30 tonnes/ha pour le chou (47,7 %). Par ailleurs, le rendement actuel du haricot excède considérablement son rendement potentiel (1,30 tonnes/ha, 81,3 %) ; il paraît que ces chiffres ne concernent pas les mêmes variétés.

Tableau 23. Variabilité du rendement des cultures par catégorie de producteur dans la région des sols de laves au Rwanda (Kg/ha).

Cultures	Rendement (Kg/ha)			Moyenne pondérée ^R	Statistique F
	producteurs moins performants	producteurs moyennement performants	producteurs plus performants		
Pomme de terre	6.237 (2.851)	11.443 (2.872)	17.156 (--)	8.173 (3.854)	54,55***
Oignon rouge	--	14.320 (3.624)	18.814 (5.697)	17.140 (5.446)	9,50***
Chou	9.368 (5.052)	17.176 (2.953)	24.222 (2.674)	15.725 (5.281)	30,80***
Carotte	7.583 (5.233)	16.965 (4.894)	25.333 (4.619)	16.491 (6.107)	13,25***
Oignon blanc	--	14.242 (2.321)	18.960 (4.955)	17.753 (4.872)	9,16***
Haricot	2.559 (1.559)	4.948 (2.383)	--	2.927 (1.914)	9,72***
Maïs	3.017 (2.359)	4.100 (1.273)	--	3.108 (2.291)	0,40
Sorgho	1.452 (602)	2.444 (770)	--	1.665 (741)	7,79**
Blé	1.154 (--)	--	--	1.154 (--)	--
Pyrèthre	--	750 (--)	--	750 (--)	--
Ensemble (Moyenne)	5.017 (3.543)	13.937 (5.075)	19.360 (5.374)	11.160 (7.181)	297,70***

Note : *** p-valeur<0,01 : différence très hautement significative ; ** p-valeur<0,05 : différence hautement significative ; * p-valeur<0,1 : différence significative entre les trois catégories de producteurs. Les chiffres entre parenthèses sont des écarts types. Tous les chiffres sont arrondis à l'unité. ^R Cette moyenne est calculée en lien avec les données du tableau 15.

Après avoir testé la variabilité du rendement des cultures, nous avons analysé la distribution de la taille d'exploitation entre les producteurs selon leur niveau de performance (Tableau 24). Les résultats montrent que le prix de vente moyen du maïs chez les producteurs moyennement performants (343 FRW \cong 0,3 €) est presque 2 fois plus élevé que le prix de vente moyen (198 FRW \cong 0,2 €) chez les producteurs moins performants, ce qui serait principalement dû à une différence de qualité du maïs entre les deux catégories de producteurs.

Tableau 24. Variabilité des superficies cultivées (m²) par culture et par catégorie de producteur dans la région des sols de laves au Rwanda.

Cultures	Superficie cultivée (m ²)			Moyenne pondérée ^R	Statistique F
	Producteurs moins performants	Producteurs moyennement performants	Producteurs plus performants		
Pomme de terre	2.968 (1.786)	4.655 (1.743)	7.000 (--)	3.599 (1.958)	15,54***
Oignon rouge	--	2.579 (672)	4.191 (945)	3.590 (1.156)	42,36***
Chou	1.283 (517)	3.651 (1.101)	5.333 (577)	3.184 (1.496)	33,98***
Carotte	2.800 (1.924)	3.484 (910)	5.333 (577)	3.530 (1.141)	5,83***
Oignon blanc	--	2.636 (839)	3.619 (820)	3.368 (923)	11,60***
Haricot	1.655 (752)	3.000 (1.420)	--	1.862 (991)	12,08***
Maïs	2.391 (1.754)	2.250 (354)	--	2.379 (1.678)	0,01
Sorgho	1.791 (970)	3.667 (577)	--	2.193 (1.189)	9,88***
Blé	2.600 (--)	--	--	2.600 (--)	--
Pyrèthre	--	4.000 (--)	--	4.000 (--)	--
Ensemble (Moyenne)	2.430 (1.623)	3.670 (1.422)	4.069 (1.035)	3.221 (1.604)	44,71***

Note : *** p-valeur<0,01 : variabilité très hautement significative ; ** p-valeur<0,05 : variabilité hautement significative ; * p-valeur<0,1 : variabilité significative entre les trois catégories de producteurs. Les chiffres entre parenthèses sont des écarts types. Tous les chiffres sont arrondis à l'unité. ^R Cette moyenne est calculée en lien avec les données du tableau 15.

Il ressort des résultats obtenus que la variabilité de la superficie moyenne cultivée pour le maïs n'est pas significative entre les trois catégories des producteurs. Nous nous sommes référés à la variabilité de son prix de vente⁴⁴ (voir Tableau 39, section

⁴⁴ Nous avons constaté que, pour le maïs, la variabilité du rendement et de la superficie exploitée n'est pas significative. Par contre, les producteurs de maïs ne sont pas classés dans une seule catégorie de performance, mais plutôt en deux : les producteurs moins performants et producteurs moyennement performants (voir tableaux 15 et 39). Nous avons ainsi décidé d'interpréter certains résultats qui ne sont pas significatifs, dans le souci de trouver les explications de la catégorisation des producteurs de maïs. Nous avons finalement trouvé que le niveau de la performance (ou la variabilité du RN) chez les producteurs de maïs est expliquée par la variabilité significative l'efficacité économique (voir tableau 33), celle du coût de production (tableau 35) ainsi que celle du prix de vente de maïs (voir tableau 39).

7.3) pour essayer de déterminer si cela pourrait être un facteur explicatif du rendement plus élevé chez les producteurs moyennement performants que chez les producteurs moins performants, bien que cette différence ne soit pas significative. Dans la même ligne d'idée, les résultats de l'analyse de variabilité du coût de production (voir Tableau 35, section 7.2) montrent que le coût total de production du maïs est presque 2 fois moindre chez les producteurs moyennement performants (86.550 FRW \cong 85,4 €) que chez les producteurs moins performants (142.991 FRW \cong 141,0 €).

Nous avons voulu aussi mettre en évidence les facteurs qui pourraient influencer le rendement agricole dans la région d'étude. A cette fin, nous avons conduit une analyse de corrélation pour identifier les variables qui sont associées significativement au rendement, sous l'hypothèse de relation linéaire. Sur base des données de notre enquête, les résultats de l'analyse corrélationnelle (tableau 25) révèlent que les principaux déterminants de la productivité des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda sont le dithane⁴⁵ ($r=0,68$, p -valeur=0,00), l'urée ($r=0,54$, p -valeur=0,00), le NPK ($r=0,31$, p -valeur=0,00), la surface de la terre exploitée ($r=0,26$, p -valeur=0,00), et le nombre de vaches élevées dans le ménage de l'exploitant ($r=0,16$, p -valeur=0,01).

La relation positive entre le rendement et les fertilisants (NPK, urée et fumier) s'aligne sur la théorie économique (Gendron, 2014 ; Médan, 2015) et les résultats des recherches récentes (Mpawenimana, 2005 ; Maniriho & Bizoza, 2018). Par contre, bien que la relation positive entre le rendement et la surface des terres exploitées s'aligne sur la théorie (Ahuja, 2006), elle contredit les résultats de certaines recherches comme celles menées au Rwanda (Byiringiro & Reardon, 1996 ; Ansoms et al., 2008) et en Inde (Deolalikar, 1981). Cette contradiction serait due au fait que les exploitants enquêtés sont de petite taille, avec des exploitations qui vont de 0,05 à 1,20 hectares, et 0,32 hectares en moyenne, ce qui signifie que le rendement est positivement lié à la surface des terres exploitées pour les petites exploitations agricoles.

Cette situation implique que l'exiguïté des terres arables attire l'attention de la majorité des partenaires de développement agricole dans la zone d'étude. Les exploitants agricoles sont avisés de cette contrainte si radicale qui concerne d'ailleurs une ressource non renouvelable, et se sont ainsi décidés à exploiter au maximum les petits lopins de terres à leur disposition. Ceci a été encouragé par la campagne du gouvernement rwandais sur la professionnalisation de l'agriculture, où l'activité agricole ne vise pas seulement l'autosubsistance (produire ce qui est suffisant pour l'autoconsommation) mais aussi le profit (produire des excédents pour les marchés locaux, nationaux, régionaux, et autres). Partant, on peut dire que le qualificatif '*small enough to optimize*' est convenable aux petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.

Bien que l'élevage du gros bétail constitue une contrainte de plus en plus forte pour beaucoup de petits exploitants agricoles, l'association positive entre le

⁴⁵ Le dithane est particulièrement utilisé parce que les maladies fongiques constituent une menace grave dans la région des sols de laves au Rwanda.

rendement et le nombre de vaches élevées dans le ménage confirme le rôle du bétail dans l'offre du fumier, fertilisant à coût accessible, qui est favorable à la durabilité du système agricole (Calzadilla et al., 2013), dans l'amélioration du statut alimentaire via l'offre des produits alimentaires riches en protéine (viande, lait) qui semblent très limités dans l'alimentation des ménages pauvres (Rawlins et al., 2014). Il faut ajouter que l'élevage est très important pour la productivité agricole et source complémentaire de revenus (Pender et al., 2004). Ceci prouve l'importance de l'accès aux actifs productifs dans l'amélioration de la productivité agricole (Hayami & Ruttan, 1970). La corrélation positive et très hautement significative entre le NPK et le rendement souligne l'importance de la fertilisation du sol pour pallier au problème d'acidité et ainsi pourvoir les sols en azote et en phosphore (voir REMA, 2015).

Tableau 25. Matrice de corrélations entre le rendement agricole et ses déterminants.

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
(1) Rendement	1,00									
(2) Quantité NPK	0,29 (0,00)	1,00								
(3) Quantité DAP	0,05 (0,33)	0,01 (0,83)	1,00							
(4) Quantité urée	0,55 (0,00)	0,68 (0,00)	-0,01 (0,77)	1,00						
(5) Quantité fumier	0,32 (0,00)	0,67 (0,00)	0,01 (0,84)	0,57 (0,00)	1,00					
(6) Quantité dithane	0,67 (0,00)	0,32 (0,00)	0,04 (0,45)	0,55 (0,00)	0,33 (0,00)	1,00				
(7) Surface terre	0,26 (0,00)	0,71 (0,00)	0,04 (0,43)	0,57 (0,00)	0,59 (0,00)	0,37 (0,00)	1,00			
(8) Vaches	0,16 (0,01)	0,20 (0,00)	-0,01 (0,89)	0,28 (0,00)	0,24 (0,00)	0,15 (0,01)	0,29 (0,00)	1,00		
(9) Age	-0,06 (0,22)	0,06 (0,24)	0,04 (0,46)	0,09 (0,09)	0,10 (0,04)	0,08 (0,14)	0,29 (0,00)	0,21 (0,00)	1,00	
(10) PTF ^z	0,67 (0,00)	-0,02 (0,67)	0,02 (0,68)	0,31 (0,00)	0,08 (0,12)	0,50 (0,00)	0,17 (0,00)	0,11 (0,06)	0,03 (0,60)	1,00

Note : Les chiffres entre parenthèses sont les seuils de signification (p-valeur). ^z PTF = productivité totale des facteurs.

Les résultats de cette analyse nous ont permis aussi d'identifier les facteurs qui sont significativement liés à l'efficacité de l'allocation des ressources (ou encore la PTF), que sont notamment le rendement ($r = 0,67$, $p - \text{valeur} = 0,00$), la quantité

d'urée utilisée ($r = 0,31$, $p - valeur = 0,00$), la quantité de dithane utilisée ($r = 0,50$, $p - valeur = 0,00$), ainsi que la surface des terres cultivées ($r = 0,17$, $p - valeur = 0,00$).

Référence faite au questionnement de la validité de l'hypothèse de linéarité de l'analyse corrélationnelle, nous avons déduit la courbe *lowess* et la régression linéaire locale pour vérifier la relation linéaire entre le rendement agricole et ses déterminants en utilisant la méthode de lissage. Comme l'analyse de corrélation, la courbe *lowess* et la régression linéaire locale montrent une relation positive entre le rendement agricole et la surface des terres exploitées (Figure 22). La régression linéaire locale montre que la relation entre le rendement agricole et la surface des terres exploitées est linéaire, alors que la courbe *lowess*, qui est pondérée de la distribution des variables (voir le nuage des points), montre que la pente de la courbe n'est pas constante.

La courbe *lowess* montre cette relation en deux phases : la relation est positive dans la première phase, et devient ensuite négative. Le rendement croît donc avec l'augmentation de la surface cultivée jusqu'à un certain point, le rendement maximum moyen ; ensuite, le rendement va diminuer avec l'augmentation de la surface cultivée. Ceci provient de la concentration des observations au niveau inférieur de la surface des terres exploitées et au niveau inférieur du rendement comme le montre le nuage des points.

Plus concrètement, la relation entre le rendement et la surface cultivée reste positive si la surface cultivée est en dessous de 0,82 hectares, alors que la relation devient négative si la surface dépasse 0,83 hectares. La première situation s'aligne avec les résultats des travaux de recherche qui montrent que les petites exploitations agricoles sont plus productives (Sheng et al., 2019) et plus efficaces (Okello et al., 2019) que les grandes exploitations. Selon Akram-Lodhi (2007), cette situation des petites exploitations serait expliquée par un « "mécanisme de survie des pauvres" plutôt qu'un "mécanisme d'accumulation éliminant la pauvreté" ».

Quant aux producteurs agricoles qui exploitent des terres larges, ce comportement serait expliqué par la diversification des sources de survie, ce qui diminue leur motivation à exploiter pleinement le potentiel de leurs terres (Ansoms et al., 2008). Nous pouvons dire par ailleurs que l'analyse de régression linéaire permettrait d'explorer davantage l'effet des surfaces exploitées sur le rendement agricole. Ceci serait dû en partie à la faible utilisation de variétés améliorées et d'intrants agricoles, au degré de dommages causés par divers ravageurs et à des méthodes agricoles inappropriées (Laurent et al., 2015). Il faut aussi rappeler que la FAO recommande l'utilisation optimale des terres, des intrants et des techniques culturales pour la gestion viable de la fertilité des sols (FAO, 2005 ; Druille & Barreiro-Hurlé, 2012).

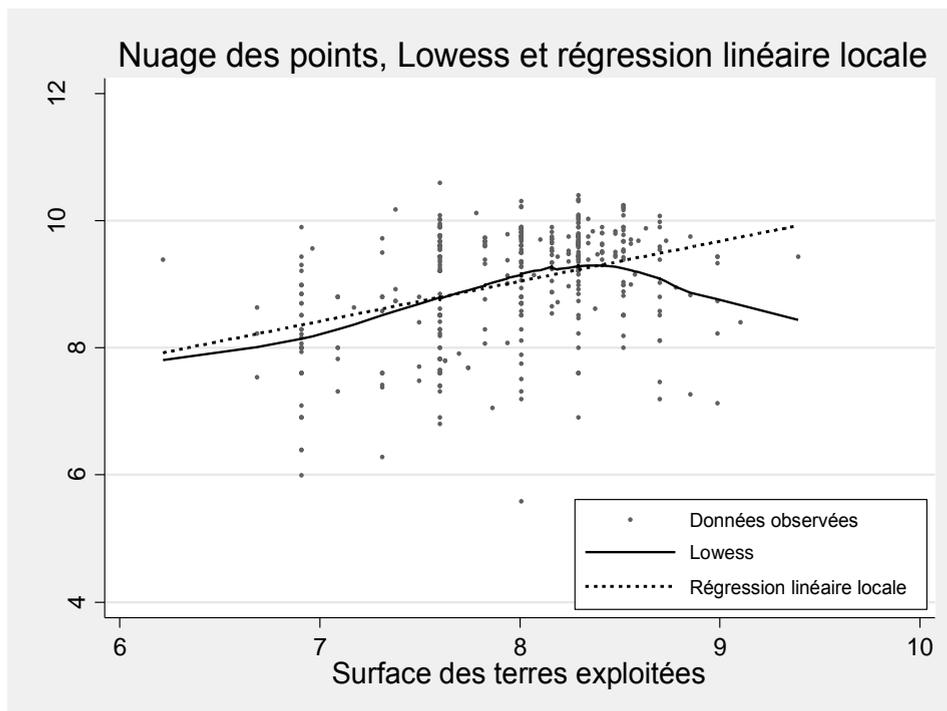


Figure 22. Relation entre la surface de la terre exploitée et le rendement agricole dans la région agricole des sols de laves au Rwanda.

Pour l'analyse de la relation entre le rendement et la quantité d'urée utilisée, l'analyse corrélacionnelle a conclu une corrélation positive modérée mais significative, sous l'hypothèse que les deux variables sont liées par une relation linéaire. La courbe « *lowess* » sur la figure 23 montre en général qu'en réponse à l'augmentation de la quantité d'urée utilisée, le rendement croît d'abord à un taux croissant et ensuite à un taux légèrement décroissant. Il est facilement visible que la courbe « *lowess* » n'est pas une ligne droite, bien que sa pente soit toujours positive, ce qui confirme que la relation entre le rendement et la quantité d'urée utilisée n'est pas exclusivement linéaire : elle peut prendre une forme linéaire ou non-linéaire⁴⁶. L'effet positif de l'urée sur le rendement s'aligne avec les résultats de différents travaux de recherche (Liverpool-Tasie et al., 2014 ; Sarma, 2021, par exemple) qui ont conclu à la contribution positive et significative de l'utilisation de l'urée sur la productivité des terres.

⁴⁶ En économie, les formes les plus usuelles d'une fonction non-linéaire sont la forme exponentielle, la forme quadratique, la forme polynomiale, et la forme logarithmique.

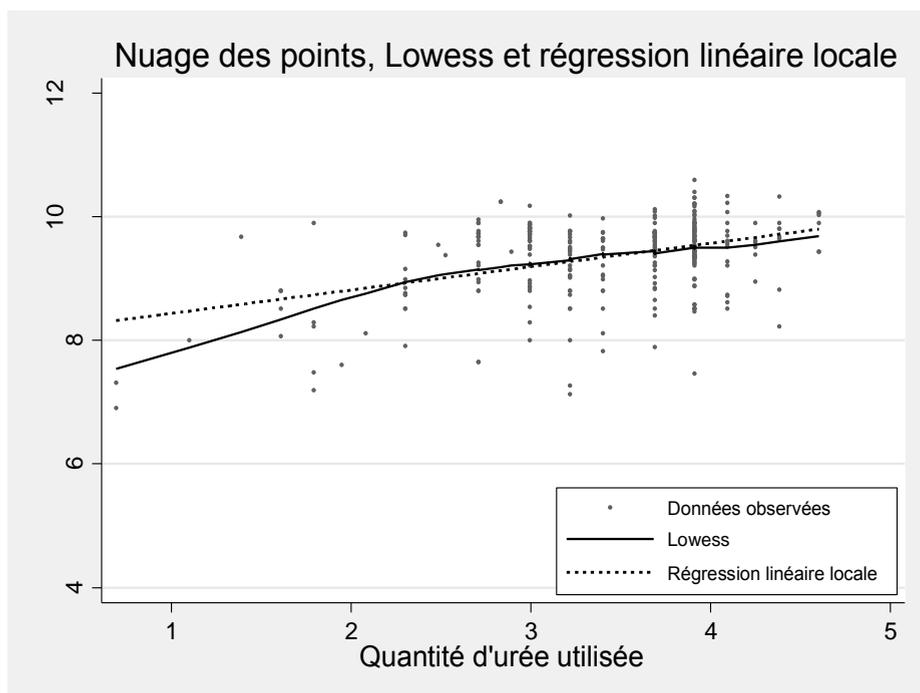


Figure 23. Relation entre la quantité d'urée utilisée et productivité agricole dans la région des sols de laves au Rwanda.

Concernant la corrélation entre le rendement agricole et la quantité de dithane utilisé, les résultats de notre analyse montrent une relation linéaire positive entre les deux variables. Par contre, la courbe lowess (Figure 24) décrit trois phases de croissance du rendement agricole en réponse à l'augmentation de la quantité de dithane utilisée pour combattre les pathogènes des cultures : elle met en évidence qu'avec l'augmentation de la quantité de dithane utilisée, le rendement croît d'abord à un taux croissant, ensuite il croît à un taux constant, et enfin le rendement décroît (ou croît à un taux négatif). Dans la troisième phase, le rendement croît à un taux négatif, en réponse à l'augmentation de la dithane. Cette situation serait due au fait que l'application de pesticide ne serait pas faite en temps opportun suite au coût élevé en termes de quantités de dithane et de main-d'œuvre. Ainsi, étant donné que la pente de la courbe lowess n'est pas toujours constante, la relation entre le rendement et la quantité de dithane utilisée n'est pas toujours linéaire.

Dans tous les cas, il faut toujours se rappeler que « La fertilité des sols, le respect des dates de semis et la pratique correcte des techniques culturales influencent aussi l'incidence des ennemis des cultures » (Uwamaliya et al., 1990). Malgré leur contribution au maintien des rendements agricoles (Carvalho, 2006), il faut toujours considérer qu'une utilisation attentive et contrôlée des pesticides est recommandée (Zweig, 2013) : l'emploi excessif des produits pesticides doit être évité à tout prix (Fleischer, 2006) afin de limiter leurs effets sur la qualité des aliments (Tester &

Langridge, 2010), sur et la fertilité des sols (Fleischer, 2006), et sur l'environnement en général (Aubertot et al., 2005 ; Zhao et al., 2013). En particulier dans le cas des pesticides, bon nombre de ces produits sont constitués de substances ayant un large éventail d'utilisations qui détruisent également les insectes utiles qui peuvent être utilisés pour lutter efficacement contre les ravageurs pendant la saison de la croissance (Fleischer, 2006).

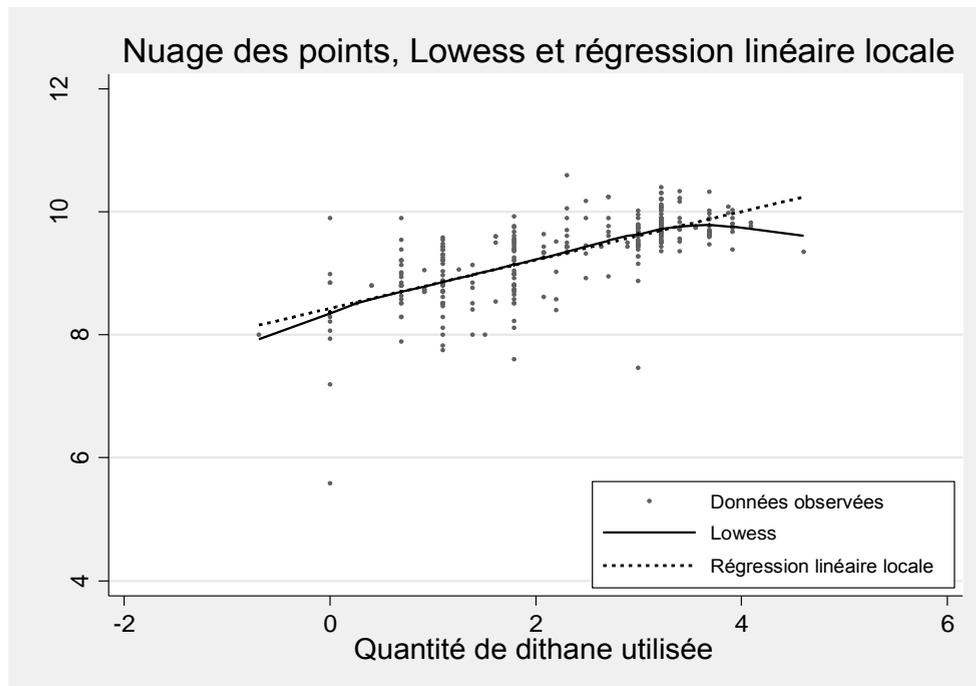


Figure 24. Relation entre la quantité de dithane utilisée et le rendement agricole dans la région agricole des sols de laves au Rwanda.

Quant à l'association entre le rendement et la quantité de NPK utilisée dans le processus de production (Figure 25), la courbe lowess montre une relation croissante jusqu'à un certain point au-delà duquel la relation est décroissante. Alors que la régression linéaire locale montre une relation positive linéaire entre ces deux variables, la courbe lowess montre que cette relation peut être linéaire ou non-linéaire.

La relation positive entre l'utilisation de NPK et le rendement agricole confirme l'effet positif de l'utilisation croissante des doses de NPK sur le rendement agricole (Laurent et al., 2015). Les composants de rendement et les composants chimiques ont été augmentés progressivement de l'augmentation des niveaux d'engrais NPK au cours des deux saisons (Ahmed & Abdelkader, 2020).

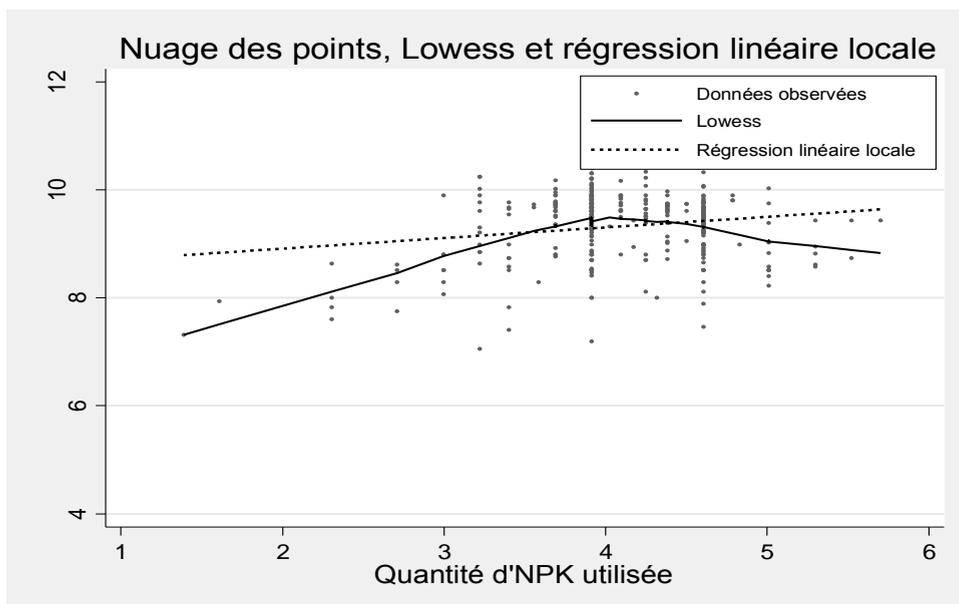


Figure 25. Relation entre la quantité de NPK utilisée et le rendement agricole dans la région des sols de laves au Rwanda.

Après l'analyse corrélacionnelle qui visait l'identification des facteurs déterminants du rendement agricole, nous avons procédé à l'analyse de la compétition entre la production de pomme de terre et l'exploitation de l'oignon en termes de superficie moyenne cultivée, des rendements moyens, des prix de vente moyens, et des revenus agricoles moyens. Les détails sur ce point sont donnés dans la section suivante.

6.4 Comparaison des superficies moyennes cultivées, des coûts, des rendements, des prix de ventes et des revenus agricoles nets

Nous avons conduit le test de Student pour déterminer si la différence entre la surface moyenne des terres exploitées, le prix de vente moyen, et le revenu agricole moyen entre les deux cultures est significativement différente de zéro. Comme ce test exige une taille minimum de chacun des échantillons de 50 observations, deux cultures seulement sont considérées dans cette analyse, la pomme de terre et l'oignon (oignon rouge et oignon blanc pris ensemble). De même, nous avons conduit le même test pour déterminer si la différence de la surface moyenne des terres exploitées, du rendement moyen, du prix de vente moyen, et du revenu agricole moyen entre les petits producteurs agricoles hommes et les petites productrices agricoles femmes est significativement différente de zéro.

La pomme de terre a été sélectionnée comme culture de spéculation en raison de son importance dans la sécurité alimentaire. Ainsi, la pomme de terre est une culture prioritaire dans le cadre du Programme d'intensification des cultures du Rwanda (CIP), un programme qui vise à assurer un approvisionnement continu en engrais et en semences améliorées aux petits exploitants agricoles afin de stimuler sa

production. La pomme de terre est la troisième culture de base la plus importante du pays, après le plantain et le manioc (Rukundo, 2018). Quant à l'oignon, il a été choisi dans le programme national d'horticulture qui vise à attirer les investissements directs étrangers, et à la diversification des exportations en vue d'augmenter les revenus d'exportation du pays (MINAGRI, 2019). Le secteur horticole rwandais comprend les fruits, les légumes, et les fleurs destinées à la vente sur le marché intérieur et à l'exportation : Ces produits peuvent être exportés à la fois dans la région et dans le monde : vers l'Europe, le Moyen-Orient et les États-Unis (MINICOM, 2011).

6.4.1 Comparaison des superficies cultivées, des coûts, des rendements, des prix de vente et des revenus agricoles nets par culture

Pour la comparaison de la taille moyenne des exploitations entre 132 producteurs de pomme de terre et 94 producteurs d'oignon, les résultats du test de Student (tableau 26) montrent que la superficie moyenne cultivée par les producteurs d'oignon est de 3.488 m², et que celle des producteurs de pomme de terre est de 3.599 m², la différence étant de -111 m² (t=-0,50, p-valeur=0,62).

Tableau 26. Comparaison de la superficie moyenne cultivée par exploitation (en m²) entre la production de pomme de terre et d'oignon.

Paramètres	Obs.	Moyenne (m ²)	Std. err.	Std. dev.	[95% interval de conf.]	
Production oignon (0)	94	3.488,30	108,94	1.056,25	3.271,96	3.704,64
Production PdT* (1)	132	3.599,29	170,39	1.957,61	3.262,22	3.936,36
Ensemble	226	3.553,12	109,21	1.641,76	3.337,92	3.768,36
Différence		-110,99	221,94		-548,35	326,37
Différence=moyenne(0) – moyenne(1)					Statistique t=-0,50	
Ho : Différence=0					Degrés de liberté=224	
Ha : Différence<0		Ha : Différence ≠0		Ha : Différence>0		
Pr (T<t)=0,31		Pr (T > t)=0,62		Pr (T>t)=0,69		
*PdT=pomme de terre						

Comme la probabilité est supérieure à 0,05, l'hypothèse d'égalité des superficies moyennes cultivées entre les deux groupes est acceptée, ce qui signifie qu'il n'y a pas de différence significative entre les superficies moyennes destinées à la production de pomme de terre et celles exploitées pour l'oignon.

Après ce constat, nous avons comparé les coûts moyens de production (en FRW) de la pomme de terre à celui de l'oignon. Ceci est très important car il montre le montant d'argent nécessaire à un agriculteur pour entreprendre l'une de ces spéculations. Les résultats (tableau 27) indiquent une différence négative entre les coûts moyens de production de l'oignon et ceux de la pomme de terre au niveau du coût des semences, du coût du fumier, du coût des engrais chimiques, des dépenses de transport et du loyer des terres, ce qui implique que les dépenses engagées dans la production de pomme de terre dépassent celles de la production de l'oignon, bien

que cette différence ne soit pas significative pour le fumier et les engrais chimiques au seuil de signification de 5%.

Tableau 27. Comparaison du coût de production (FRW) et ses composantes (oignon vs. pomme de terre).

Composantes du coût	Coûts d'oignon (A)	Coûts de la PdT (B)	Différence (C)= (A) - (B)	p-valeur
Semences (ou plants de PdT) en FRW	86.719	130.036	-43.317	0,00
Engrais organiques (FRW)	22.660	25.421	-2.761	0,17
Engrais chimiques (FRW)	66.930	86.639	-19.709	0,09
Pesticides (FRW)	88.218	19.372	68.846	0,00
Transport (FRW)	13.128	18.016	-4.888	0,01
Main-d'œuvre (FRW)	86.723	74.667	12.056	0,02
Location de la terre (FRW)	50.580	48.199	2.364	0,53
Amortissements (FRW)	8.702	7.220	1.482	0,00
Coût de production total (FRW)	423.660	409.570	14.090	0,62

Note : Sauf les probabilités (p-valeurs), les chiffres sont arrondis à l'unité.

Ces résultats montrent également que cette différence est positive pour le coût des pesticides, le coût de la main-d'œuvre et la dépréciation (amortissement du capital), ce qui signifie que, pour ces postes de dépense, les coûts de l'oignon dépassent ceux de la pomme de terre. Les résultats du test de Student pour le coût de production total révèlent que le coût de l'oignon n'est pas significativement différent de celui de la pomme de terre, ce qui indique que le même montant d'investissement est requis pour la culture de l'oignon et la culture de pomme de terre dans la zone d'étude.

Les résultats (tableau 28) de l'analyse de comparaison de moyennes (test de Student) montrent que le prix de vente moyen du kilo d'oignon est de 462 FRW (\cong 0,5 €), celui de la pomme de terre étant de 205 FRW (\cong 0,2 €), la différence s'élevant à 257 FRW (\cong 0,3 €) ($t=39,1$, $p\text{-valeur}=0,00$). La probabilité étant inférieure à 0,05, ces résultats nous conduisent à rejeter l'hypothèse d'égalité entre le prix de vente de l'oignon et celui de la pomme de terre, ce qui reflète que le prix de vente de l'oignon est significativement supérieur à celui de la pomme de terre. Il en résulterait que les petits producteurs agricoles auraient tendance à préférer l'exploitation de l'oignon à l'exploitation de la pomme de terre du fait que l'oignon se vend mieux que la pomme de terre en termes du prix du marché (Mubanga et al., 2015 ; Mignouna et al., 2016), quand il n'y a pas de déficit de l'offre ou excès de demande des produits agricoles.

Si un nombre croissant d'agriculteurs adoptent l'oignon, sa production va augmenter et cette augmentation de l'offre résulterait en effondrement du prix (effet d'imitation), phénomène qui est appelé effet de King (Endres, 1987) et, par

conséquent, la profitabilité serait négativement affectée. Un autre scénario possible est que 'adoption d'une nouvelle culture disposera les fermiers à l'application de techniques agricoles 'nouvelles' et à la gestion de 'nouvelles' maladies qui, une fois non bien maîtrisées, leur conduiraient à faible production et par-là au profit faible ou à la perte.

Tableau 28. Comparaison du prix de vente moyen (FRW par kilo) entre la production de pomme de terre et d'oignon.

Paramètres	Obs.	Moyenne (FRW/kg)	Std. err.	Std. dev.	[95% intervalle de conf.]	
Production oignon (0)	94	461,70	7,23	70,11	447,34	476,06
Production PdT (1)	132	204,74	2,54	29,17	199,72	209,77
Ensemble	226	311,62	9,08	136,52	293,73	329,52
Différence		256,96	6,79		243,56	270,36
Différence=moyenne(0) - moyenne(1)					Statistique t=37,79	
Ho : Différence=0					Degrés de liberté=224	
Ha : Différence<0		Ha : Différence ≠0		Ha : Différence>0		
Pr (T<t)=1,00		Pr (T > t)=0,00		Pr (T>t)=0,00		

En ce qui concerne la comparaison des revenus agricoles nets (différences entre PT et CT), les résultats du test de Student (tableau 29) dévoilent que le revenu net moyen de la production d'oignon est de 2.380.616 FRW (\cong 2.347,9 €), celui de la pomme de terre s'élève à 214.676 FRW (\cong 211,7 €), et que la différence s'élève à 2.165.940 FRW (\cong 2.136,2 €) (t=19,4, p-valeur=0,00).

Tableau 29. Comparaison du revenu agricole net entre la production de pomme de terre et d'oignon.

Paramètres	Obs.	Moyenne (FRW)	Std. err.	Std. dev.	[95% intervalle de conf.]	
Production oignon (0)	94	2.380.616	123.317	1.195.600	2.135.733	2.625.498
Production PdT (1)	132	214.676	32.683	375.503	150.020	379.331
Ensemble	226	1.115.940	89.681	1.348.210	938.830	1.292.277
Différence		2.165.940	110.958		1.947.285	2.384.595
Différence=moyenne(0) - moyenne(1)					Statistique t=19,52	
Ho : Différence=0					Degrés de liberté=224	
Ha : Différence<0		Ha : Différence ≠0		Ha : Différence>0		
Pr (T<t)=1,00		Pr (T > t)=0,00		Pr (T>t)=0,00		

Il se remarque que la probabilité est inférieure à 0,05, d'où le rejet de l'hypothèse d'égalité entre le revenu net de l'exploitation de l'oignon et celui de la production de la pomme de terre. Ces résultats indiquent que le revenu moyen d'un producteur d'oignon est significativement supérieur au revenu net moyen d'un producteur de

pomme de terre dans la région des sols de laves au Rwanda. Dans ce cadre, il serait souhaitable que les petits exploitants agricoles puissent décider d'exploiter aussi l'oignon, cette culture pouvant contribuer à leur procurer des revenus croissants et stables (Feder et al., 1985 ; Ashraf et al., 2014). Malheureusement, les informations sur le nombre et le pourcentage de petits producteurs de PdT qui incluent également l'oignon dans leur rotation et, inversement, les petits producteurs d'oignons qui incluent la PdT dans leur rotation ne sont pas disponibles.

Différentes remarques ont été tirées de l'analyse comparative des moyennes des superficies exploitées, du rendement, du prix de vente, et du revenu agricole net entre les producteurs d'oignon et ceux de pomme de terre dans la région des sols de laves au Rwanda. Bien que la pomme de terre fasse partie des six cultures prioritaires (ou cultures majeures) dans le cadre du Programme d'Intensification de l'Agriculture (CIP), la superficie moyenne des terres affectées à l'exploitation de la pomme de terre est presque la même que celle des terres affectées à la production de l'oignon. Les données utilisées dans cette étude sont liées à la saison 2019 B : 132 agriculteurs ont cultivé de la pomme de terre et 94 ont cultivé de l'oignon pendant la saison. La région agricole des sols de laves au Rwanda se caractérise par des pluies régulières et suffisantes toute l'année ainsi que par un sol fertile (MINAGRI, 1989), ce qui permet l'exploitation des cultures tout au long de l'année.

Dans cette zone, il y a un marché des légumes connu au niveau national sous l'appellation « Marché des légumes de Bazirete » ("*ISOKO RYA BAZIRETE*"), situé dans le secteur de Nyakiliba, district de Rubavu, dans la province de l'Ouest. Différents produits agricoles se vendent sur ce marché : carotte, oignon, chou, chou-fleur, céleri, betterave, haricot vert, citrouille, courgette, aubergine, etc., y compris la pomme de terre également. Concernant le rendement, l'oignon se montre plus productif que la pomme de terre : 17.420 Kg contre 8.173 Kg par hectare, ce qui est conforme au fait que le rendement potentiel étant propre à chaque espèce et variété cultivée, celui de l'oignon soit nettement supérieur à celui de la pomme de terre. Les résultats du test de comparaison révèlent aussi que le prix de vente d'un kilo d'oignon (462 FRW \cong 0,5 €) est de loin supérieur au prix de vente de la pomme de terre (198 FRW \cong 0,2 €), et que le revenu net agricole d'un producteur d'oignon (2.425.079 FRW \cong 2.391,8 €) est presque dix fois plus élevé que le revenu net d'un producteur de pomme de terre (255.411 FRW \cong 251,9 €).

Le cycle de production (cycle végétatif) semble être le même pour la production de pomme de terre et l'exploitation de l'oignon. Il varie de 100 à 130 jours pour les variétés de pomme terre exploitées au Rwanda (AFSR, 2007) et de 120 à 160 jours au maximum en général (ARC, 2013), ce qui fait en moyenne 115 jours au Rwanda et 140 jours en général. Pour l'oignon, le cycle végétatif varie de 90 à 142 jours (Desalegne & Akililu, 2003 ; Nikus & Mulugeta, 2010), soit 116 jours en moyenne. Ces résultats impliquent que les exploitants de pomme de terre pourraient inclure l'oignon dans leur cycle de rotation culturelle compte tenu des potentialités de ce dernier de procurer plus de profit (Hasan, 2019), de contribuer à la réduction de la pauvreté (Mwangi & Kariuki, 2015) et de permettre aux exploitants agricoles d'améliorer les conditions de vie dans leurs ménages (Yirga & Alemu, 2016). Tout ceci dépendrait beaucoup de l'attitude des producteurs agricoles dans la région

d'étude à l'égard des risques (Wauters et al., 2014). Un des principaux risques, si l'exploitation de l'oignon était adoptée par un nombre croissant de producteurs, suite à sa contribution au revenu agricole et à son niveau de rentabilité, pourrait se traduire par un effondrement du prix de vente qui serait consécutif à une trop forte augmentation de l'offre (Endres, 1987) mal absorbée par la demande et, par conséquent à une baisse du profit, à coût de production constant.

Au lieu d'abandonner la production de pomme de terre en faveur de l'exploitation de l'oignon, les producteurs agricoles pourraient renforcer la pratique de la rotation culturale et ainsi inclure l'oignon dans leur cycle de rotation afin de bénéficier des potentialités des deux cultures tout en gardant le marché, et en considération de l'importance de la pomme de terre dans la sécurité alimentaire (voir Devaux et al., 2014 ; Low et al., 2015). Ils peuvent aussi se grouper en coopératives (ou renforcer leur fonctionnement si elles existent déjà) pour augmenter leur pouvoir de marché. L'Etat doit mettre en place les systèmes de stockage qui permettront aux agriculteurs de stabiliser l'offre des produits agricoles entre les périodes de végétation et de récolte.

Compte tenu des limites de l'analyse transversale telles que (1) la difficulté de séparer la cause et l'effet entre certains facteurs, (2) la question de l'analyse de la dynamique du changement, (3) le biais dans l'analyse statistique des données en coupe transversale, les données d'une seule saison culturale dans notre cas (« *cross section data* »), (4) problème d'hétérogénéité dans les micro-unités considérées dans l'analyse, et (5) problèmes divers tels que des données moins informatives, moins de variabilité, plus de colinéarité entre les variables, moins de degrés de liberté, ainsi que moins d'efficacité (Gujarati & Porter, 2010), de nouvelles recherches utilisant les données de plusieurs campagnes agricoles (« *longitudinal or panel data* ») et couvrant l'ensemble du pays sont recommandées car elles donneraient des résultats plus fiables.

6.4.2 Comparaison des superficies cultivées, des coûts, des rendements, des prix de ventes et des revenus agricoles nets selon le sexe des petits producteurs

Les résultats de la comparaison des moyennes (tableau 30) montrent qu'il n'y a pas d'écart significatif de superficies cultivées (p-valeur=0,12), du coût total de production (p-valeur=0,10), du rendement moyen de la pomme de terre (p-valeur=0,07), du rendement moyen de l'oignon (p-valeur=0,13), du prix de vente moyen (0,26), et du revenu net agricole moyen (p-valeur=0,84) entre les producteurs agricoles hommes et les producteurs agricoles femmes, au seuil de 5%.

Tableau 30. Comparaison de la superficie cultivée, du coût, du rendement, du prix de vente, et du revenu net entre les producteurs hommes et les producteurs femmes.

Paramètres	Pour les producteurs hommes (A)	Pour les producteurs femmes (B)	Différence (C)=(A)-(B)	p-valeur
Terres exploitées (m ²)	3.320	3.114	206	0,20
Coût de production (FRW)	366.685	330.560	36.125	0,10
Rendement PdT (Kg/ha)	7.600	8.820	-1.220	0,07
Rendement oignon (Kg/ha)	16.766	18.427	-1.661	0,13
Prix de vente (FRW)	298	327	-29	0,13
Revenu net (FRW)	842.850	821,941	20,909	0,85

Note : Sauf les probabilités (p-valeurs), tous les chiffres sont arrondis à l'unité. « PdT » signifie « pomme de terre ».

Comme il n'y a pas de différences significatives entre les deux catégories de producteurs en termes de moyenne de superficie cultivée, du coût de production moyen, du rendement moyen, du prix de vente moyen, et du revenu net moyen, tous ces résultats tendent à corroborer le fait que le rôle de la femme est vraiment reconnu dans le développement agricole et rural en Afrique sub-saharienne (Droy, 1985), mais non pas parce que les femmes se voient généralement attribuer des terres moins fertiles, ou font face à un autre problème de discrimination. Du point de vue du rendement, la similitude de productivité pour les deux catégories prouve que les hommes et les femmes manifestent les mêmes caractéristiques au niveau de la formation, de la santé, et de la nutrition (FAO, 2011), ce qui est aussi appuyé par le renforcement des droits des femmes à la terre (Allendorf, 2007) et l'accès des producteurs agricoles femmes aux services de vulgarisation, de crédit et aux intrants agricole (Owolabi et al., 2011).

6.5 Efficience et compétitivité des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves

6.5.1 Efficience d'allocation des ressources dans les petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda

Nous avons estimé l'efficience de l'allocation des ressources dans les petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda à l'aide de la formule 8 (voir les points 4.3.3 et 4.3.7 au chapitre 4). Les résultats montrent que tous les exploitants sont inefficients : c'est-à-dire que l'usage des ressources n'est pas optimal, la moyenne de la PTF étant estimée à 3,48⁴⁷. Pour les 37 petits producteurs (soit 9,2 %) dont la PTF est inférieure à 1, les ressources sont surexploitées. Alors que pour 364 producteurs (soit 90,8 %), les ressources sont sous-exploitées.

⁴⁷ Il faut signaler que l'efficience est aussi mesurée par le ratio avantages-coûts (RAC). Ainsi, les détails sur le niveau d'efficience pour chaque culture sont présentés dans la section 7.3 au chapitre 7.

La variabilité très hautement significative de l'efficacité économique entre les cultures a été observée ($F=94,5$ et $p\text{-valeur}=0,00$). Le niveau d'efficacité des exploitations de la pomme de terre est le plus proche de 1, ce qui montre que ses exploitants sont plus efficaces que ceux d'autres cultures. En plus, les résultats du tableau 31 montrent que la variabilité de l'efficacité est significative pour toutes les cultures, sauf pour le blé et le pyrèthre.

D'autres informations sur l'efficacité de l'allocation des ressources des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves (mesurée par la PTF) se trouvent au point 6.3 de ce chapitre, tableau 25 et ses explications, où les facteurs significativement corrélés avec la PTF ont été identifiés et discutés.

Tableau 31. Variabilité de l'efficacité économique des exploitations par catégorie de producteurs dans la région des sols de laves au Rwanda.

Cultures	Efficacité (PTF)				Statistique F
	Producteurs moins performants	Producteurs moyennement performants	Producteurs plus performants	Moyenne pondérée ^R	
Pomme de terre	1,01 (0,34)	2,08 (0,56)	4,14 (--)	1,41 (0,71)	113,16***
Oignon rouge	--	5,03 (1,47)	7,31 (1,86)	6,46 (2,04)	20,87***
Chou	1,62 (1,28)	2,96 (0,64)	5,22 (0,98)	2,78 (1,19)	24,66***
Carotte	1,13 (0,75)	3,15 (0,63)	5,56 (1,89)	3,09 (1,17)	33,74***
Oignon blanc	--	4,55 (1,20)	7,67 (2,07)	6,88 (2,33)	22,15***
Haricot	1,80 (1,12)	4,82 (2,52)	--	2,28 (1,74)	27,73**
Maïs	1,35 (0,61)	3,26 (0,11)	--	1,51 (0,79)	18,90***
Sorgho	1,71 (0,75)	3,71 (0,48)	--	2,14 (1,09)	18,59***
Blé	1,25 (--)	--	--	1,25 (--)	--
Pyrèthre	--	6,68 (--)	--	6,68 (--)	--
Ensemble (Moyenne)	1,78 (0,79)	3,57 (1,36)	7,27 (2,02)	3,48 (2,48)	515,25***

Note : *** $p\text{-valeur}<0,01$: variabilité très hautement significative ; ** $p\text{-valeur}<0,05$: variabilité hautement significative ; * $p\text{-valeur}<0,1$: variabilité significative entre les trois catégories de producteurs. Les chiffres entre parenthèses sont des écarts types. Tous les chiffres sont arrondis à l'unité. ^R Cette moyenne est calculée en lien avec les données du tableau 15.

6.5.2 Analyse de compétitivité des cultures exploitées dans la région des sols de laves au Rwanda

En complément de l'analyse d'efficacité, nous avons également pris en compte l'avantage comparatif des différentes cultures exploitées au Rwanda. Les contraintes de cette étude n'ont pas permis une estimation du CRI. Mais nous nous sommes basés sur des données publiées récemment par la Banque Mondiale, conjointement avec le gouvernement du Rwanda (World Bank & Government of Rwanda, 2020). Le tableau 32 reprend les indicateurs de viabilité de l'agriculture rwandaise dans l'économie mondiale.

Tableau 32. Indicateurs d'avantage comparatif pour certaines cultures au Rwanda, année 2016.

Culture	Province la plus performante	Ratio CRI	Ordre décroissant d'importance
Pomme de terre	Nord	0,19	1
Café	Ouest	0,30	2
Haricot vert	Ouest	0,31	3
Soja	Est	0,40	4
Maïs	Sud	0,45	5
Manioc	Est	0,50	6
Blé	Nord	0,85	7
Riz	Est	1.00	8

Source : D'après Cambridge Resources International (2017) in : World Bank & Government of Rwanda (2020). Note : parmi les cultures reprises dans ce tableau, seules la pomme de terre, le haricot vert, le maïs et le blé sont exploitées dans la région des sols de laves au Rwanda.

Les résultats du tableau 32 montrent que le Rwanda a un avantage comparatif élevé dans le commerce régional des produits agricoles, étant donné que leurs ratios CRI sont inférieurs à l'unité, à l'exception du riz. En considérant un niveau de référence du ratio CRI de 0,75, la pomme de terre, le café, le haricot vert, le soja, le maïs, et le manioc sont les seules cultures économiquement viables. Dans la publication de World Bank & Government of Rwanda (2020), il est également mentionné que le Rwanda a déjà un avantage comparatif suite à la crédibilité de ses procédures et institutions de certification.

Une étude précédente menée au Rwanda (World Bank 2014) a également estimé des CRI au cours de l'année 2012 où les ratios CRI étaient de 0,46 pour la pomme de terre, 0,83 pour le café, 1,56 pour le maïs, 1,84 pour le blé et 1,71 pour le blé. Les résultats de ces deux études, réalisées dans un intervalle de 4 ans (2012 et 2016), semblent montrer une amélioration nette de la viabilité de ces cultures rwandaises dans l'économie mondiale. Cette amélioration serait principalement due à une variation positive des prix et à l'augmentation de la production.

Des études réalisées dans d'autres pays ont également analysé les coûts en ressources internes de cultures analogues à celles qui sont présentes au Rwanda. Ainsi, Khan et Akhtar (2006) ont estimé un CRI moyen de 0,28 pour la pomme de

terre ont mis en évidence que le Pakistan a un avantage comparatif dans la production de cette culture pour la substitution aux importations. Camara et al. (2001) ont montré que les systèmes de production manioc-maïs sont économiquement viables en Côte d'Ivoire, au Ghana et au Nigéria. Minh et al. (2016) affirment que la production du café en province de Dak Lak, Chine, présente un avantage comparatif et que cette performance va s'améliorer davantage en avenir. De même, Beghin (2000) montre que certaines cultures en Chine sont économiquement viables (riz, chou et haricot vert) alors que certaines d'autres ne le sont pas (blé, maïs, et soja).

Lebailly et al. (2000) précisent que les intrants importés « jouent sur la balance commerciale en sens inverse des recettes à l'exportation du produit » agricole. Bien entendu, pour améliorer le niveau de viabilité du secteur agricole dans l'économie mondiale, le Rwanda est tenu d'optimiser, voire de réduire l'utilisation des ressources échangeables dans la production agricole, sans toutefois ignorer l'utilisation rationnelle des ressources non échangeables. On peut aussi recourir à la substitution aux importations pour produire localement les intrants importés.

6.6 Efficacité économique des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves

Après avoir estimé l'efficacité économique à l'aide de la formule 9 (voir le point 4.3.4), nous avons analysé sa variabilité entre les producteurs agricoles selon leur niveau de performance. Les détails sur la variabilité de l'efficacité économique entre les catégories des producteurs agricoles sont reportés dans le tableau 33.

Malgré le nombre assez limité de ses producteurs considéré dans cette étude (un seul producteur), le pyrèthre a été la culture la plus efficiente. Ceci est dû à l'usage très limité des engrais chimiques et des pesticides dans son exploitation, ce qui résulte en un abaissement du coût de production ainsi qu'en une augmentation de la marge brute. Par contre, la pomme de terre a été la culture la moins efficiente, ce qui reflète l'usage intensif des intrants et par-là le coût de production élevé et la marge brute faible par rapport au produit brut.

De plus, l'analyse de l'efficacité économique s'est focalisée sur l'identification des facteurs qui la déterminent (voir tableau 34). Le modèle spécifié (voir l'équation 11) inclut les différentes variables, notamment les caractéristiques socioéconomiques des producteurs agricoles, les facteurs institutionnels (adhésion à la coopérative, accès au crédit, accès au marché, et accès au service de vulgarisation), les pratiques agricoles (adoption des variétés à haut rendement, rotation des cultures, et combinaison raisonnée des engrais chimiques et engrais organiques), et enfin le district (la localisation) et la culture exploitée.

Les estimations de ce modèle révèlent que l'efficacité économique dépend de façon très hautement significative du niveau de sa performance économique ou tout simplement du niveau de rentabilité. L'adhésion à une coopérative agricole a également un effet très hautement significatif sur l'efficacité économique de la production agricole dans la région des sols de laves au Rwanda. Ce résultat qui confirme les constats de Chebil et al. (2013), de Choukou et al. (2017), Maniriho

(2021) et ceux d'Ortega et al. (2019) qui soutiennent que l'appartenance à un groupe coopératif produit des effets positifs sur l'efficacité ou la production agricole.

Tableau 33. Variabilité de l'efficacité économique des exploitations par catégories des producteurs dans la région des sols de laves au Rwanda.

Cultures	Efficacité économique				Statistique F
	producteurs moins performants	producteurs moyennement performants	producteurs plus performants	Moyenne pondérée ^R	
Pomme de terre	0,22 (0,15)	0,56 (0,10)	0,79 (--)	0,35 (0,22)	95,66***
Oignon rouge	--	0,81 (0,06)	0,88 (0,03)	0,85 (0,06)	20,92***
Chou	0,40 (0,22)	0,70 (0,06)	0,83 (0,04)	0,64 (0,18)	34,47***
Carotte	0,53 (0,06)	0,72 (0,05)	0,83 (0,08)	0,71 (0,08)	28,48***
Oignon blanc	--	0,80 (0,06)	0,88 (0,04)	0,86 (0,06)	27,72***
Haricot	0,55 (0,17)	0,83 (0,07)	--	0,59 (0,19)	15,32***
Maïs	0,46 (0,22)	0,79 (0,03)	--	0,49 (0,23)	4,48**
Sorgho	0,65 (0,16)	0,84 (0,06)	--	0,69 (0,16)	4,12*
Blé	0,49 (--)	--	--	0,49 (--)	--
Pyrèthre	--	0,97 (--)	--	0,97 (--)	--
Ensemble (Moyenne)	0,38 (0,23)	0,69 (0,12)	0,87 (0,04)	0,59 (0,25)	257,28***

Note : *** p-valeur<0,01 : variabilité très hautement significative ; ** p-valeur<0,05 : variabilité hautement significative ; * p-valeur<0,1 : variabilité significative entre les trois catégories de producteurs. Les chiffres entre parenthèses sont des écarts types. ^R Cette moyenne est calculée en lien avec les données du tableau 15.

Les résultats de l'analyse économétrique indiquent aussi que le montant du crédit affecte positivement et très significativement le niveau de la rentabilité agricole ($p < 0,05$), ce qui appuie les résultats du travail de Djato (2001), Albouchi et al. (2005), et Okam et al. (2016) qui attestent que l'accès au crédit stimule le niveau de l'efficacité économique des exploitants agricoles.

L'accès au marché est très hautement significativement et positivement lié à l'efficacité économique des exploitations agricoles dans la région d'étude au seuil de 1% ($p < 0,01$). Cette relation a été déjà approuvée par Albouchi et al. (2005) et Okam et al. (2016) qui ont confirmé que le marché est parmi les facteurs qui promeuvent l'efficacité économique des entreprises agricoles. Dans le même ordre d'idées, ce résultat cadre bien avec ceux de Maniriho et al. (2021) qui mettent en évidence que

le marché figure parmi les facteurs qui influencent significativement la performance des petits exploitants agricoles.

Les résultats de l'analyse économétrique des facteurs déterminants de l'efficacité économique (tableau 34) montrent également que le choix de la variété (traditionnelle ou moderne) des semences et plants de pomme de terre a un effet significatif, et que la pratique appropriée de la rotation des cultures a un effet très hautement significatif sur l'efficacité de la production agricole. En revanche, la combinaison raisonnée des engrais minéraux et engrais organiques affectent positivement (mais pas significativement) le niveau de l'efficacité de la production agricole. L'état actuel de la rotation des cultures affecte négativement le niveau de l'efficacité économique, ce qui reflète que la rotation est motivée beaucoup plus par la spéculation que par la logique sur l'ordre des cultures sur les différentes saisons culturales.

Pour maintenir la fertilité du sol, les producteurs doivent investir beaucoup dans l'acquisition des engrais chimiques et organiques pour avoir au moins une stabilisation du rendement dans le temps. Un producteur de pomme de terre à Kinigi, District de Musanze, témoigne que l'on peut produire la pomme de terre, au moins sur deux saisons culturales consécutives sur la même parcelle pour maximiser le revenu de l'exploitation, surtout quand la première saison n'a pas été bien rémunératrice (« *Ntiwahinga ibirayi rimwe gusa ngo ube ugaruje ayawe kandi wunguke, bisaba kubihinga wikurikiranyije nibura inshuro ebyiri, cyane ko hari igihe inshuro ya mbere biba bitagenze neza* »). Ceci implique que certains exploitants agricoles ne respectent pas la logique de rotation des cultures dans le seul souci de maximiser leurs revenus, entraînant des effets néfastes sur l'environnement, en général, et sur la fertilité du sol, en particulier. Ce constat est conforme aux propos de Lal (2004 ; 2006), Amoussouhoui et al. (2012), Chebil et al. (2013) qui soulignent l'importance des techniques agricoles effectivement pratiquées sur l'efficacité de la production agricole.

Le nombre de visites des agents du service agricole de vulgarisation induit des effets significatifs sur l'efficacité économique des activités agricoles (prob=0,10), ce qui contredit le constat d'Okam et al. (2016) qui assurent que la visite des vulgarisateurs affecte négativement et significativement le niveau d'efficacité économique des producteurs agricoles. La localisation de l'exploitation a un effet négatif mais très hautement significatif sur sa rentabilité (prob=0,02), ce qui implique que le niveau de fertilité des terres est différent d'une région à l'autre, d'un district à l'autre. Ceci revient à confirmer les résultats de la recherche de Pender et al. (2003) et Choukou et al. (2017) qui ont confirmé que la fertilité du sol influence l'efficacité technique et économique d'une ferme. Le choix de la culture a un effet positif et très hautement significatif sur le niveau du profit agricole (prob=0,00), ce qui renforce la conclusion de la recherche formulée par Choukou et al. (2017) qui stipule que la sélection bien motivée et raisonnée revigore la rentabilité des exploitations agricoles.

Tableau 34. Déterminants de l'efficacité économique.

Variables	Coeff.	St. Err.	t-value	p-valeur	[95% Intervalle de confiance]		Sig
<i>Caractéristiques socioéconomiques</i>							
Age	-0,002	0,002	-0,95	0,345	-0,01	0,00	
Sexe	0,03	0,02	1,44	0,151	-0,01	0,06	
Education	0,003	0,01	0,48	0,629	-0,01	0,02	
Taille du ménage	0,003	0,01	0,39	0,700	-0,01	0,02	
Surface	0,00	0,00	0,67	0,504	0,00	0,00	
Expérience	0,003	0,002	1,11	0,270	-0,00	0,01	
Performance	0,45	0,05	8,61	0,00	0,35	0,56	***
<i>Facteurs institutionnels</i>							
Coopérative	0,15	0,04	3,42	0,001	0,06	2,24	***
Crédit	0,00	0,00	2,01	0,05	0,00	0,00	**
Marché	0,36	0,06	6,38	0,00	0,25	0,47	***
Vulgarisation (nombre de visites)	0,04	0,02	1,93	0,06	-0,00	0,07	*
<i>Pratiques agricoles</i>							
Variétés sélectionnées	0,04	0,02	1,86	0,06	-0,00	0,07	*
Rotation	-0,03	0,01	-2,67	0,01	-0,05	-0,01	***
Combinaison d'engrais ^a	-0,01	0,01	-1,29	0,19	-0,03	0,01	
<i>Autres facteurs</i>							
District	-0,06	0,02	-2,89	0,004	-0,11	-0,02	***
Culture	0,02	0,003	4,88	0,000	0,01	0,02	***
Constante ⁴⁸	-0,23	0,15	-1,56	0,12	-0,53	0,06	
R-carré	0,59		Nombre d'observations				345
F statistique	31,80		Prob > F				0,00
Effacité économique minimum				0,004			
Effacité économique moyenne				0,62			
Effacité économique maximum				0,97			

Note : *** p-valeur<0,01 : effet très hautement significatif ; ** p-valeur<0,05 : effet hautement significatif ; * p-valeur<0,10 : effet significatif. ^a Engrais minéraux et organiques.

Quant aux caractéristiques socioéconomiques des exploitants agricoles, elles affectent l'efficacité économique de la production agricole, soit positivement ou négativement ; ces résultats s'alignent ainsi sur les résultats des recherches récentes (par exemple, Chebil et al., 2013 ; Choukou et al., 2017). De plus, les facteurs institutionnels affectent significativement l'efficacité économique des petits producteurs agricoles, ce qui souligne l'influence des institutions sur les décisions ou le comportement des agents économiques individuels (Fontan, 2006). Pour les coopératives agricoles plus particulièrement, leur effet positif et très hautement significatif sur l'efficacité économique renforce le rôle des organisations paysannes

⁴⁸ La constante montre que l'effet des variables pertinentes non incluses dans l'analyse affectent négativement l'efficacité économique, et que leur moyenne s'élève à -0,23 et que cette dernière est significativement différente de zéro au seuil de 10% (p=0,06).

dans le développement du monde agricole et rural : gestion des ressources naturelles et/ou économiques, représentation et participation dans la prise de décision, ainsi que défense des intérêts des producteurs agricoles et des communautés rurales (Bessaoud, 2005).

6.7 Conclusion partielle sur l'analyse de la productivité et de l'efficacité économique

Nous avons estimé la productivité agricole et analysé l'efficacité économique des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda. La productivité des petites exploitations agricoles a été obtenue par le rapport entre la production totale sur la surface des terres exploitées et exprimée en hectares. Les résultats de notre enquête montrent que le rendement à l'hectare dans la région des sols de laves au Rwanda s'élève en moyenne à 8.173 kilos de pomme de terre, 2.927 kilos de haricot, 3.108 kilos de maïs, 1.154 kilos de blé, 1.665 kilos de sorgho, 17.753 kilos d'oignon blanc, 17.140 kilos d'oignon rouge, 16.491 kilos de carottes, 15.725 kilos de choux, 750 kilos de pyrèthre, avec une moyenne de 11.160 kilos. Sur cette base ponctuelle soumise au contexte agro-climatique de la saison culturale 2019B, il est important de préciser que ces rendements dans la région des sols de laves au Rwanda forment une indication des rendements pour laquelle des estimations successives sur plusieurs saisons culturales et années pourraient alors approcher une meilleure estimation des rendements moyens et de leur variabilité.

Nous avons ainsi conduit une analyse de corrélation pour identifier les variables qui sont associées significativement au rendement. Les résultats de l'analyse corrélationnelle révèlent que les principaux déterminants de la productivité des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda sont le dithane ($r=0,68$, p -valeur=0,00), l'urée ($r=0,54$, p -valeur=0,00), l'NPK ($r=0,31$, p -valeur=0,00), la surface de la terre exploitée ($r=0,26$, p -valeur=0,00), et le nombre de vaches élevées dans le ménage de l'exploitant ($r=0,16$, p -valeur=0,01). Les résultats de la courbe *lowess* montrent que la relation entre les variables en paires, soit positive ou négative, soit linéaire ou non-linéaire.

Par culture, différentes remarques ont été tirées de l'analyse comparative des moyennes de la superficie cultivée, du rendement, du prix de vente, et du revenu agricole net entre les producteurs d'oignon et ceux de pomme de terre dans la région des sols de laves au Rwanda. Bien que la pomme de terre fasse partie des six cultures prioritaires (ou cultures majeures) dans le cadre du Programme d'Intensification de l'Agriculture (CIP), la taille moyenne des terres affectées à l'exploitation de la pomme de terre est presque la même que celle des terres affectées à la production de l'oignon. Nous avons aussi constaté que le rendement agricole moyen croît avec le niveau de profitabilité des exploitations agricoles, que la superficie moyenne cultivée est plus grande chez les exploitants les plus performants, et que l'efficacité économique croît avec l'augmentation de la performance.

Par sexe, les résultats de la comparaison de moyennes de la superficie cultivée, du coût total de production, du rendement, du prix de vente, et du revenu net entre les

producteurs agricoles hommes et les producteurs agricoles femmes montrent que, au seuil de 5%, la superficie moyenne cultivée est presque la même entre les producteurs hommes et les producteurs femmes (p-valeur=0,19); le coût de production moyen est presque le même pour les deux catégories de producteurs (p-valeur=0,09); le rendement moyen n'est pas significativement différent pour les producteurs hommes et les producteurs femmes (0,74); le prix de vente moyen n'est pas significativement différent pour les deux catégories (p-valeur=0,26); et le revenu net moyen reste presque le même pour les producteurs hommes et les producteurs femmes (p-valeur=0,84).

L'analyse de l'efficacité économique a porté sur l'identification des facteurs qui le déterminent. Les résultats montrent que le niveau de la performance, l'adhésion à la coopérative, l'accès au crédit, l'accès au marché, l'accès aux services de vulgarisation, l'adoption de variétés à haut rendement, la rotation des cultures, la localisation de la ferme, et la culture choisie influent significativement l'efficacité économique des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.

Sur base de ces résultats, nous pouvons recommander aux partenaires de développement agricole la considération du bon usage des intrants (NPK, urée, fumier, dithane), de la superficie cultivée et le rôle de la vache dans l'exploitation agricole si l'augmentation du rendement reste un objectif. Bien que la vache revête une importance significative dans le développement des petites exploitations agricoles, il faut cependant souligner que, avec la réduction des tailles des exploitations, le gros bétail a tendance à se concentrer dans des régions du pays où il existe encore suffisamment de terre disponible pour supporter ce type de bétail. Quant à l'amélioration de l'efficacité, il faudrait considérer le fonctionnement des institutions (coopératives, crédit, vulgarisation, marché) ainsi que la bonne pratique des techniques agricoles (sélection des semences, usage des engrais, choix de la culture).

**La rentabilité de la production agricole
dans la région des sols de laves au Rwanda**

7. La rentabilité de la production agricole dans la région des sols de laves au Rwanda

7.1 Introduction

Différentes études ont analysé empiriquement la rentabilité des exploitations agricoles. Silué et al. (2019) ont analysé la marge brute et le ratio avantage-coût pour comparer la rentabilité économique d'un système semi-intensif avec un système extensif de production d'igname au Burkina Faso, ce qui a révélé que le premier est plus rentable que le second. Cependant, étant donné que le ratio avantage-coût (RAC) est inférieur à 1 pour ces deux systèmes, aucun de ces systèmes de production n'est économiquement rentable. De même, Vognan et al. (2017) ont comparé la rentabilité des systèmes biologique, conventionnel et transgénique de production de coton au Burkina Faso. Leurs résultats ont montré que les coûts de production des systèmes transgénique et conventionnel sont plus élevés que ceux du système biologique mais qu'il n'y a pas de différence significative entre ces trois modes au niveau de la rentabilité. En plus, l'analyse de sensibilité a révélé que le coton biologique est plus résilient aux changements du prix de vente du coton. Au Nigeria par exemple, Olujenyo (2008) a analysé la marge brute et le revenu net d'un système de production du maïs dans les zones d'Akoko Nord-Est et du Sud-Est dans l'Etat d'Ondo. Ses estimations sont respectivement de 2.638 Naira et 2.141 Naira (toutes les deux positives), ce qui fait que la production du maïs dans la zone d'étude est rentable. Dans le même cadre, Okam et al. (2016) ont comparé la performance d'un système de production à base de riz produit par les hommes et les femmes dans l'Etat d'Ebonyi au Nigeria. Leurs résultats de l'analyse de la marge brute montrent que la production du riz est rentable dans la zone de recherche et que le profit des producteurs hommes est plus grand que celui des producteurs femmes, spécialement pour les producteurs les plus éduqués. De même, Corseilius et al. (2001) ont justifié la nécessité d'une rentabilité agricole et ont souligné que la rentabilité permet aux agriculteurs de répondre à des niveaux croissants de demande et de soutenir un niveau de vie acceptable tout en garantissant les investissements annuels nécessaires pour améliorer progressivement la productivité des ressources.

L'analyse de la rentabilité a été complétée par une analyse de sensibilité où l'on a observé la réaction de la rentabilité, respectivement à une augmentation du coût de production et à un choc de l'offre. Les facteurs déterminants de la rentabilité ont également été identifiés.

7.2 Estimation des coûts de production des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda

Les coûts de production des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda comprennent des dépenses sur les intrants agricoles [semences, plants de pomme de terre, les fertilisants (fumier, NPK, DAP, urée), les produits phytosanitaires (pesticides)], les travaux agricoles (labour, émiettage, épandage, semis, buttage, sarclage, nettoyage, récolte, tri ou conditionnement), le transport,

ainsi que la consommation de l'outillage et matériel (amortissement). Partant, nous avons estimé le CVT (composé des dépenses sur les semences, les fertilisants, les pesticides, la main-d'œuvre, le transport, ainsi que les tiges de soutien pour le haricot), le CFT (composé du coût d'opportunité de la terre ou la rente, ainsi que de la dépréciation ou amortissement du matériel), et le coût total qui est la somme des deux.

Les détails sur la variabilité du coût de production total des cultures par niveau de rentabilité sont donnés dans le tableau 35.

Tableau 35. Variabilité du coût de production total (FRW) par culture et rentabilité des producteurs agricoles.

Cultures	Coût de production total (FRW)				Statistique F
	producteurs moins performants	producteurs moyennement performants	producteurs plus performants	Moyenne pondérée ^R	
Pomme de terre	327.902 (178.111)	550.286 (253.282)	694.926 (--)	409.864 (233.728)	18,16***
Oignon rouge	--	333.557 (123.562)	486.044 (114.035)	429.235 (138.213)	20,04***
Chou	136.036 (95.518)	406.655 (116.166)	574.173 (88.753)	351.758 (168.259)	33,20***
Carotte	574.187 (705.391)	393.142 (91.302)	528.589 (186.225)	421.654 (238.030)	1,65
Oignon blanc	--	326.371 (63.986)	448.220 (196.004)	417.049 (179.512)	4,05*
Haricot	94.798 (55.557)	146.899 (78.673)	--	102.814 (61.451)	3,93
Maïs	161.985 (115.142)	116.944 (12.692)	--	158.231 (110.787)	0,29
Sorgho	66.572 (27.572)	126.531 (27.766)	--	79.421 (36.954)	10,96**
Blé	108.402 (--)	--	--	108.402 (--)	--
Pyrèthre	--	130.700 (--)	--	130.700 (--)	--
Ensemble (Moyenne)	235.594 (213.614)	411.043 (194.597)	477.460 (160.004)	349.298 (220.596)	50,76***

Note : *** p-valeur<0,01 : variabilité très hautement significative ; ** p-valeur<0,05 : variabilité hautement significative ; * p-valeur<0,1 : variabilité significative entre les trois catégories de producteurs. Les chiffres entre parenthèses sont des écarts types. Tous les chiffres sont arrondis à l'unité. ^R Cette moyenne est calculée en lien avec les données du tableau 15.

Les dépenses de chaque composante du CVT sont calculées par la multiplication du prix unitaire par la quantité de cette composante utilisée dans le processus de production. Dans ce cas, l'estimation du coût des semences a été basée sur la quantité des semences actuellement utilisée compte tenu de la taille de la parcelle : nous avons donc procédé à la règle de trois simple. Par exemple, un agriculteur a acquis au marché 1.000 gr de semences d'oignon rouge à 250.000 FRW (\cong 246,6 €), alors qu'il a utilisé seulement 400 gr pour exploiter sa parcelle de 0,4 ha. Le coût des semences est alors estimé à 100.000 FRW (équivalents à 98,6 €).

Quant aux dépenses de rente et de dépréciation, elles ont été estimées par le biais des procédures décrites aux points 4.4.2.6 et 4.4.2.7 du chapitre 4. Les coûts et leurs composantes sont repris dans le tableau 36 sur l'analyse de la rentabilité de la production agricole.

Selon les résultats du tableau 35, il faut noter que, en moyenne, le coût de production croît avec l'augmentation du niveau de performance des producteurs. Mais pour la carotte et le maïs, ce sont les producteurs les moins performants qui font face à un coût de production plus élevé, bien que les résultats de l'analyse de variabilité du prix entre les trois catégories de petits producteurs a abouti à l'écart non significatif. Malgré une variabilité non significative pour le maïs, le prix de vente croît avec l'augmentation de la profitabilité, alors que ce sont les producteurs les moins performants qui font face au plus grand coût de production (161.985 FRW \cong 159,8 €) que les producteurs moyennement performants (116.944 FRW \cong 115,3 €). Il est aussi plus probable que les producteurs plus performants offrent un maïs de meilleure qualité que les autres producteurs. Pour la carotte, l'analyse de la variance a abouti à une variabilité non significative du coût de production entre les trois catégories de petits producteurs.

7.3 Rentabilité de la production agricole dans la région agricole des sols de laves au Rwanda

Après l'analyse des coûts de production des cultures exploitées dans la région des sols de laves au Rwanda, nous avons analysé la rentabilité des cultures qui font l'objet de notre étude, notamment la pomme de terre, l'oignon rouge, le chou, la carotte, l'oignon blanc, le haricot, le maïs, le sorgho, le blé et le pyrèthre pour la saison 2019 B (notre enquête). Une grande partie de la production est vendue aux distributeurs (transporteurs) qui acheminent les produits agricoles principalement vers Kigali, la capitale du Rwanda. Au niveau de la rentabilité⁴⁹, les résultats de notre enquête (tableau 36) montrent que la pomme de terre est rentable avec un RN au producteur de 214.975 FRW (212 €) pour la saison 2019 B et un RAC de 1,52.

⁴⁹ De même que toutes les cultures faisant l'objet de notre analyse sont rentables pour la saison 2019 B, de même les estimations montrent que les cultures qui bénéficient de subsides du gouvernement en engrais chimiques (pomme de terre, haricot, maïs, et blé) resteraient profitables en cas d'abolition de ces subsides, bien que le niveau de rentabilité soit significativement affecté. Pour les cultures qui bénéficient de subsides en semences (maïs et blé), l'abolition de ces subsides ferait que le blé ne soit plus rentable.

Tableau 36. Analyse de la rentabilité de la production agricole dans la région des sols de laves au Rwanda.

Paramètres	Pomme de terre	Oignon rouge	Choux	Carottes	Oignon blanc	Haricot
Observations (n)	132	51	50	46	43	39
Production (Kg)	3.048	6.184	5.423	5.853	6.063	568
Rendement (Kg / ha)	8.173	17.140	15.725	16.491	17.753	2.927
Revenu total de main-d'œuvre en FRW (Δ)	289.642	2.446.749	784.508	913.035	2.543.207	170.769
Main-d'œuvre (nombre d'hommes-jours)	75	87	79	88	86	28
Productivité du travail en FRW	3.862	28.124	9.930	10.375	29.572	6.099
Prix de vente (FRW par Kg)	205	451	195	213	474	432
PT en FRW	624.840	2.788.984	1.057.485	1.246.689	2.873.862	245.376
PT/ha (FRW)	1.735.667	7.747.178	3.304.641	3.561.969	8.452.535	1.291.453
Coût variable total (CVT) en FRW	354.429	365.359	299.928	362.957	363.217	77.116
Consommations intermédiaires (CI) en FRW (Σ)	279.762	278.359	221.148	274.957	276.822	48.911
Semences (FRW)	130.000	87.973	70.555	77.665	85.233	12.424
Engrais organiques (FRW)	25.420	23.118	20.640	22.054	22.116	7.487
Engrais chimiques (FRW)	86.639	60.958	46.835	85.983	74.014	2.409
Pesticides (FRW)	19.372	93.192	71.808	75.627	82.319	1.956
Main d'œuvre (FRW)	74.667	87.000	78.780	88.000	86.395	28.205
Tiges pour le haricot (FRW)	--	--	--	--	--	18.038
Transport (FRW)	18.331	13.118	11.310	13.628	13.140	6.597
Valeur ajoutée (VA) en FRW	345.078	2.510.625	836.337	971.732	2.597.040	196.465
VA par hectare (FRW)	958.550	6.973.958	2.613.523	2.776.377	7.638.353	1.034.026
MB en FRW	270.411	2.426.054	756.906	882.791	2.510.645	168.260
MB par hectare (FRW)	751.142	6.732.292	2.367.366	2.524.949	7.384.250	885.579
Coût fixe total (CFT) en FRW	55.436	63.876	51.829	58.697	53.833	25.696

Tableau 36 (Suite)

Paramètres	Pomme de terre	Oignon rouge	Choux	Carottes	Oignon blanc	Haricot
Rente (FRW)	48.216	54.872	43.884	51.263	45.489	21.859
Dépréciation (FRW)	7.220	9.004	7.945	7.434	8.344	3.837
Coût total (CT) en FRW	409.865	429.235	351.757	421.654	417.050	102.812
Revenu net (RN) en FRW	214.975	2.359.749	705.728	825.035	2.456.812	142.564
Taille de la terre (ha)	0,36	0,36	0,32	0,35	0,34	0,17
RN par ha (FRW)	597.153	6.554.858	2.205.400	2.357.243	7.225.918	750.337
Ratio bénéfice-coût (RAC)	1,52	6,50	3,01	2,96	6,89	2,39

Paramètres	Maïs	Sorgho	Blé	Pyrèthre	Toutes les cultures	Statistique F
Observations (n)	24	14	1	1	401	
Production (Kg)	655	390	300	300	3.897	31,02***
Rendement (Kg / ha)	3.108	1.665	1.154	750	11.160	72,37***
Revenu total de main-d'œuvre en FRW (Δ)	121.391	134.829	50.598	794.300	938.559	
Main-d'œuvre (nombre d'hommes-jours)	55	29	24	25	72	
Productivité du travail en FRW	2.207	4.649	2.108	31.772	13.036	
Prix (FRW par Kg)	343	475	450	3.000	312	375,97***
PT en FRW	224.665	185.250	135.000	900.000	1.215.864	66,51***
PT/ha (FRW)	936.104	842.045	519.231	2.250.000	3.799.575	
CVT en FRW	123.830	49.606	68.280	25.200	297.995	17,74***
Consommations intermédiaires (CI) en FRW (\boxtimes)	68.872	20.606	44.280	200	226.002	
Semences (FRW)	15.600	5.357	21.000	0	83.310	
Engrais organiques (FRW)	16.621	5.929	0	0	20.713	
Engrais chimiques (FRW)	25.192	206	19.680	0	61.710	
Pesticides (FRW)	2.667	614	0	0	45.057	
Main d'œuvre (FRW)	54.958	29.000	24.000	25.000	71.993	
Tiges pour le haricot (FRW)	--	--	--	--	1.754	
Transport (FRW)	8.792	8.500	3.600	200	13.458	

Tableau 36 (Suite)

Paramètres	Maïs	Sorgho	Blé	Pyrèthre	Toutes les cultures	Statistique F
Valeur ajoutée (VA) en FRW ***	155.644	164.644	90.720	899.800	989.862	
VA par hectare (FRW)	649.138	748.382	348.923	2.249.500	3.093.319	
Marge brute (MB) en FRW	100.835	135.644	66.720	874.800	917.869	72,25***
MB par hectare (FRW)	420.146	616.564	256.615	2.187.000	2.868.341	
Coût fixe total (CFT) en FRW	34.402	29.815	40.122	105.500	51.303	9,69***
Rente (FRW)	28.298	27.191	35.122	100.500	44.187	
Dépréciation (FRW)	6.104	2.624	5.000	5.500	7.116	
Coût total (CT) en FRW	158.232	79.421	108.402	130.700	349.298	17,63***
Revenu net (RN) en FRW	66.433	105.829	26.598	769.300	866.566	73,46***
Taille de la terre (ha)	0,24	0,22	0,26	0,40	0,32	6,62***
RN par ha (FRW)	276.804	481.041	102.300	1.923.250	2.708.019	
RAC	1,42	2,33	1,25	6,89	3,48	94,45***

Notes : (a) Le test statistique de comparaison entre les cultures montre que les résultats sont très hautement significatifs (p -valeur $\leq 0,01$). (b) Le taux de change d'1 € était de 1.013,93

FRW, en prenant la moyenne des trois mois, octobre, novembre et décembre 2019 (la période de la collecte des données de cette étude) (Source : Archives de la Banque Nationale du Rwanda sur les taux de change). (c) Δ Revenu total du travail (main-d'œuvre) = RT-(CT-

Dépenses sur la main-d'œuvre). Σ CI=Somme des valeurs des inputs et services acquis d'autres producteurs (Semences, engrais, pesticides, tiges pour le support des haricots, et transport). (d) Les chiffres sont arrondis à 1 sauf les variations (%) et les RAC.

La pomme de terre est plus rentable que le maïs et le blé dont le RN au producteur s'élève respectivement à 66.433 FRW ($\cong 65,5$ €) et 26.598 FRW ($\cong 26,2$ €), et les RAC à 1,42 et 1,25. D'autres cultures, notamment l'oignon rouge, le chou, la carotte, l'oignon blanc, le haricot, le sorgho et le pyrèthre sont plus rentables car leurs RAC et leurs RN par ha sont plus élevés que ceux de la pomme de terre. Nous pouvons observer, par exemple, que le RN par ha de l'oignon rouge (6.554.858 FRW $\cong 6.454,8$ €) est onze fois plus grand que celui de la pomme de terre (597.153 FRW $\cong 588,9$ €), et que le RN par ha de la pomme de terre est à peu près quatre fois moindre que celui du chou (2.205.400 FRW $\cong 2.175,1$ €).

Pour mesurer la rentabilité des exploitations agricoles, la marge brute (MB) est l'indicateur le plus utilisé, et une exploitation est dite rentable si la MB > 0 (Osen, 2018). Par contre, Gietema (2006a) dit que le revenu agricole net (RN) ou le ratio

avantage-coût (RAC) serait le meilleur indicateur : une exploitation est rentable si le $RN > 0$, ou le $RAC > 1$. Dans notre cas, il est heureux de signaler que la rentabilité des exploitations pour toutes les cultures répond bien à ces deux indicateurs. En plus de cela, les résultats montrent que la productivité du travail (ou encore la rémunération du capital humain) est en moyenne estimée à 13.036 FRW ($\cong 12,9$ €), et est supérieure au coût de 1.000 FRW.

Le profit agricole est de grande importance car il permet aux exploitants agricoles de répondre à leur demande croissante des biens et services, atteindre un niveau standard du bien-être, ainsi qu'entreprendre les investissements nécessaires pour améliorer la productivité agricole (Corselius et al., 2001). Dans ce cadre, le Groupe d'Experts de Haut Niveau (2013) maintient que, malgré leurs problèmes, tous les petits producteurs agricoles ne sont pas pauvres *de facto*. En complément aux informations sur l'efficacité de l'allocation des ressources (chapitre 6), le RAC qui s'élève à 3,48 en moyenne (c'est-à-dire $RAC > 1$) implique que l'utilisation des ressources n'est pas optimale ; les ressources sont plutôt sous-exploitées (Coelli et al., 2005).

Par comparaison avec l'année 2009 (résultats de la publication de Mugabe et al, 2009)⁵⁰, les résultats de notre recherche montrent que, les marges brutes étant positives, les exploitations de la pomme de terre, du haricot, du sorgho et du maïs dans la région des sols de laves au Rwanda sont toujours rentables, alors que les informations sur la rentabilité d'autres cultures faisant l'objet de notre étude (l'oignon rouge, l'oignon blanc, le chou, la carotte, le blé et le pyrèthre) ne sont pas disponibles dans la « *baseline* ». Il faut noter la diminution du rendement de la pomme de terre de 10.290 Kg/ha en 2009 à 8.173 Kg/ha en 2019. La différence entre la MB réalisée en 2009 et celle de 2019 (par notre étude) serait expliquée principalement par l'augmentation du prix de vente. En appliquant les prix constants de 2009 pour estimer aussi bien le revenu total (prix des produits agricoles) que le coût variable total (prix des inputs) en 2019, toutes les cultures seraient toujours rentables, mais il y aurait une diminution du revenu total et du coût variable total chez les petits exploitants de pomme de terre. Les détails sur la comparaison de la performance des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves en 2009 et en 2019 sont présentés dans le tableau 37.

⁵⁰ Les données utilisées dans cette publication ont été collectées pour les saisons culturales 2008 B et 2009 A. Les résultats reportés sont des moyennes de ces deux saisons. Etant donné que la saison A soit considérée comme période à meilleure production, les résultats de la comparaison seraient plus fiables si nous avions pu disposer de données pour la saison culturale 2019 A en complément de celles de notre enquête, axée sur la seule saison 2019 B.

Tableau 37. Comparaison de la performance agricole dans la région des sols de laves (Rwanda), 2009 et 2019.

Cultures	Indicateurs de performance	Année 2009 (A)*	Année 2019		Variation	
			Prix constant 2009 (B)	Prix courants 2019 (C)	Prix constant 2009 (D)=(B)-(A)	Prix courants 2019 (E)=(C)-(A)
Pomme de terre	RN/ha (FRW)	991.829	784.608	1.677.183	-207.221	685.354
	CVT/ha (FRW)	700.313	556.254	984.523	-144.059	284.210
	MB/ha (FRW)	291.516	228.354	750.311	-63.162	458.795
	Prix de vente (FRW/kilo)	96	96	205	0	119
	Coût unitaire (FRW par kilo)	68,06	68,06	120,46	0	52,40
	Rendement (Kg/ha) *	10.290	--	8.173	--	-2.117
Haricot	RN/ha (FRW)	561.888	869.319	1.291.691	307.431	729.803
	CVT/ha (FRW)	446.455	568.160	405.880	121.705	-40.575
	MB/ ha (FRW)	115.433	301.159	885.811	185.726	770.378
	Prix de vente (FRW/kilo)	297	297	432	0	135
	Coût unitaire (FRW par kilo)	194,11	194,11	138,67	0	-55,44
	Rendement (Kg/ha) *	2.300	--	2.927	--	627
Sorgho	RN/ha (FRW)	373.401	427.905	841.743	54.504	468.342
	CVT/ha en (FRW)	295.354	341.508	225.481	46.154	-69.873
	MB/ ha (FRW)	78.047	86.397	616.263	8.350	538.216
	Prix de vente (FRW/kilo)	257	257	475	0	218
	Coût unitaire (FRW/Kg)	205,11	205,11	135,42	0	69,69
	Rendement (Kg/ha) *	1.440	--	1.665	--	225
Maïs	RN/ha (FRW)	456.140	944.832	937.606	488.692	481.466
	CVT/ha en (FRW)	320.510	664.086	515.956	343.576	195.446
	MB/ ha (FRW)	135.630	280.746	421.650	145.116	-93.465
	Prix de vente (FRW/kilo)	304	304	343	0	39
	Coût unitaire (FRW par kilo)	213,67	213,67	166,01	0	-47,66
	Rendement (Kg/ha) *	1.500	--	3.108	--	1.608

Note : * Le rendement est mesuré en kilos par hectare. Les années nous servent seulement à déterminer la variation par rapport à ces deux périodes. * Les lettres A à E montrent la relation entre les chiffres contenus dans les colonnes.

Par conséquent, cette situation va favoriser l'offre stable de nourriture (Sourisseau et al., 2015) et servir de source stable de revenus (CIDSE, 2012 ; IFAD, 2013 ; Sourisseau et al., 2015), ce qui stimule l'amélioration des conditions de vie (Lee, 2005), la réduction de la pauvreté (Cervantes-Godoy & Dewbre, 2010 ; IFAD, 2013), le remboursement des dettes (Miller & Jones, 2013), et enfin la prospérité des économies rurales (Cervantes-Godoy & Dewbre, 2010).

Les résultats reportés dans le tableau 38 décrivent la variabilité du revenu agricole net entre les producteurs agricoles selon le niveau de performance. La moyenne du revenu net de chaque culture à différents niveaux de profitabilité a été estimée. Les résultats montrent que le revenu net des petits producteurs agricoles augmente avec leur niveau de performance avec une variabilité très hautement significative pour toutes les cultures, excepté le blé et le pyrèthre pour lesquels un seul producteur a été inclus dans notre analyse.

Tableau 38. Variabilité du revenu agricole net des cultures par catégorie de producteurs dans la région des sols de laves au Rwanda (FRW).

Cultures	Revenu agricole net (FRW)				Statistique F
	producteurs moins performants	producteurs moyennement performants	producteurs plus performants	Moyenne pondérée ^R	
Pomme de terre	-1.815 (99.943)	553.697 (303.201)	2.161.012 (--)	214.676 (375.503)	171,05***
Oignon rouge	--	1.229.282 (336.794)	3.034.834 (1.076.815)	2.362.177 (1.239.772)	50,13***
Chou	42.071 (65.563)	785.862 (323.306)	2.414.601 (736.087)	705.076 (614.877)	68,11***
Carotte	-211.603 (600.184)	853.068 (299.540)	2.183.262 (347.787)	824.095 (595.163)	47,01***
Oignon blanc	--	1.195.610 (386.138)	2.889.809 (1.000.663)	2.456.409 (1.154.996)	29,61***
Haricot	76.721 (64.429)	504.985 (284.066)	--	142.608 (196.513)	64,24***
Mais	46.742 (101.733)	287.364 (15.592)	--	66.794 (118.640)	10,73***
Sorgho	45.972 (42.076)	324.995 (6.875)	--	105.763 (118.317)	80,92***
Blé	26.598 (--)	--	--	26.598 (--)	--
Pyrèthre	--	769.300 (--)	--	769.300 (--)	--
Ensemble (Moyenne)	40.645 (136.401)	812.911 (370.903)	2.897.911 (1.011.764)	858.423 (1.126.053)	816,77***

Note : *** $p < 0,01$: variabilité très hautement significative ; ** $p < 0,05$: variabilité hautement significative ; * $p < 0,1$: variabilité significative entre les trois catégories de producteurs. Les chiffres entre parenthèses sont des écarts types. Tous les chiffres sont arrondis à l'unité. ^R Cette moyenne est calculée en lien avec les données du tableau 15.

Sachant l'importance du prix dans la détermination des revenus des fermiers et de la rentabilité des exploitations agricoles, nous avons analysé la variabilité du prix de vente entre les producteurs agricoles selon leur niveau de profitabilité (Tableau 39).

Tableau 39. Variabilité du prix de vente moyen (FRW par kilo) entre les différentes catégories des producteurs agricoles.

Cultures	Prix de vente moyen (FRW)			Moyenne pondérée ^R	Statistique F
	producteurs moins performants	producteurs moyennement performants	producteurs plus performants		
Pomme de terre	190 (26)	231 (0)	268 (--)	205 (29)	62,46***
Oignon rouge	--	442 (59)	457 (40)	451 ((48)	1,27
Chou	188 (94)	194 (21)	233 (58)	195 (50)	0,99
Carotte	200 (14)	215 (22)	203 (6)	213 (21)	1,52
Oignon blanc	--	421 (129)	492 (63)	474 (89)	5,91**
Haricot	423 (95)	480 (81)	--	432 (94)	1,90
Maïs	336 (127)	425 (35)	--	343 (124)	0,94
Sorgho	459 (97)	533 (29)	--	475 (91)	1,63
Blé	450 (--)	--	--	450 (--)	--
Pyrèthre	--	3.000 (--)	--	3.000 (--)	--
Ensemble (Moyenne)	274 (130)	291 (242)	450 (92)	312 (190)	25,91***

Note : *** $p < 0,01$: variabilité très hautement significative ; ** $p < 0,05$: variabilité hautement significative ; * $p < 0,1$: variabilité significative entre les trois catégories de producteurs. Les chiffres entre parenthèses sont des écarts types. Tous les chiffres sont arrondis à l'unité. ^R Cette moyenne est calculée en lien avec les données du tableau 15.

Les résultats montrent que les producteurs avec performance élevée ont reporté des prix de vente plus élevés, la variabilité étant très hautement significative pour la pomme de terre, hautement significative pour l'oignon blanc, et non significative pour le reste des cultures. Pour l'ensemble des cultures, les résultats dévoilent une variabilité très hautement significative du prix de vente entre les trois catégories de

petits producteurs agricoles. Ces résultats signifieraient que ce sont les producteurs les plus performants qui, généralement, arrivent aussi à offrir sur le marché les produits de meilleure qualité.

Pour la carotte, les résultats montrent que le prix de vente n'est pas significativement variable entre les trois catégories de producteurs, bien qu'il semble être plus bas chez les producteurs moins performants (200 FRW \cong 0,2 €/Kg), légèrement plus élevé (203 FRW \cong 0,2 €/Kg) chez les producteurs plus performants, et plus élevé pour les producteurs moyennement performants (215 FRW \cong 0,2 €/Kg).

7.4 Analyse de sensibilité de la rentabilité agricole à un choc de l'offre et à l'augmentation du coût de production

Nous avons voulu analyser la sensibilité de la rentabilité agricole à la variation, soit de la production (output) ou du coût de production. Nous avons procédé à l'analyse de sensibilité locale (« *Local Sensitivity Analysis* ») qui utilise la technique « *one-at-a-time* », technique simple qui permet de mesurer et observer l'effet d'un seul facteur sur un phénomène étudié, tous les autres facteurs restant constants ou fixés (voir Caucui, 2003). L'analyse de sensibilité de rentabilité à un choc de l'offre agricole a été complétée par la détermination du seuil de rentabilité (Declère, 2011). Cette opération nous a permis de déterminer les variations de la production qui annulent le profit des exploitants agricoles.

7.4.1 Sensibilité de la rentabilité agricole à un choc de l'offre

Les résultats d'analyse de la sensibilité de la rentabilité des exploitations agricoles à un choc de l'offre (baisse subite de la production) sont présentés dans le tableau 40. Comme il n'est pas facile de trouver un seuil défini en termes de pourcentage de variation de la production (chiffre de référence, ou « *threshold* ») pour qu'une diminution de l'offre soit qualifiée de choc, nous avons considéré arbitrairement un taux de variation de 10% pour simplification⁵¹. Un choc de la production agricole de 10%, résulterait, pour l'ensemble des cultures, en une diminution du PT de 9,97%, mais aussi une diminution de 13,21% de la MB, et de 13,99% du RN en moyenne. La VA passe de 989.862 à 868.593 FRW, ce qui revient à une diminution de 121.269 FRW (égale à 12,25%). Pour la pomme de terre, il y a eu une diminution de 62.484 FRW (18,11%), une baisse de 276.713 FRW (11,02%) pour l'oignon rouge, et une chute de 287.749 FRW (11,1%) pour l'oignon blanc. La MB de la pomme de terre passe alors de 270.411 FRW (\cong 266,7 €) à 207.927 FRW (\cong 205,1 €), soit une diminution de 62.484 FRW \cong 61,6 € (-23,1%); celle de l'oignon rouge passe de 2.423.625 FRW (\cong 2.390,3 €) à 2.146.912 FRW (\cong 2.117,4 €), soit une diminution de 276.713 FRW \cong 272,9 € (-11,4%); alors qu'il y a eu une diminution de 287.749 FRW \cong 283,8 € (11,5%) pour l'oignon blanc. Du côté du RN, le choc de la production causerait une diminution 29,1% pour la pomme de terre, de 11,7% pour l'oignon rouge, et de 11,7% pour l'oignon blanc.

⁵¹ Ce taux a été aussi utilisé par Maniriho (2013) dans l'analyse de sensibilité de la rentabilité à la diminution (ou au choc) de la production agricole dans le District de Musanze au Rwanda.

Tableau 40. Sensibilité de la rentabilité agricole à un choc de l'offre.

Paramètres	Pomme de terre	Oignon rouge	Choux	Carottes	Oignon blanc	Haricot
Observations (n)	132	51	50	46	43	39
Production (Kg)	3.048	6.184	5.423	5.853	6.063	568
Rendement (Kg / ha)	8.173	17.140	15.725	16.491	17.753	2.927
Prix de vente (FRW par Kg)	205	451	195	213	474	432
Produit total (PT) en FRW	624.840	2.788.984	1.057.485	1.246.689	2.873.862	245.376
Coût variable total en FRW	354.429	365.359	299.928	362.957	363.217	77.116
Semences (FRW)	130.000	87.973	70.555	77.665	85.233	12.424
Engrais organiques (FRW)	25.420	23.118	20.640	22.054	22.116	7.487
Engrais chimiques (FRW)	86.639	60.958	46.835	85.983	74.014	2.409
Pesticides (FRW)	19.372	93.192	71.808	75.627	82.319	1.956
Main d'œuvre (FRW)	74.667	87.000	78.780	88.000	86.395	28.205
Tiges (pour le haricot) (FRW)	--	--	--	--	--	18.038
Transport (FRW)	18.331	13.118	11.310	13.628	13.140	6.597
Valeur ajoutée (VA) en FRW	345.078	2.510.625	836.337	971.732	2.597.040	196.465
Marge brute (MB) en FRW	270.411	2.426.054	756.906	882.791	2.510.645	168.260
Coût fixe total (CFT) en FRW	55.436	63.876	51.829	58.697	53.833	25.696
Rente (FRW)	48.216	54.872	43.884	51.263	45.489	21.859
Dépréciation (FRW)	7.220	9.004	7.945	7.434	8.344	3.837
Coût total (CT) en FRW	409.865	429.235	351.757	421.654	417.050	102.812
Revenu net (RN) en FRW	214.975	2.359.749	705.728	825.035	2.456.812	142.564
Taille de la terre (ha)	0,36	0,36	0,32	0,35	0,34	0,17
RN (par ha) en FRW	597.153	6.554.858	2.205.400	2.357.243	7.225.918	750.337
Ratio bénéfice-coût (RAC)	1,52	6,50	3,01	2,96	6,89	2,39
Réponse de différents paramètres au choc de la production						
Production (Kg)	2.743	5.566	4.881	5.268	5.457	511
Produit total (PT) en FRW	562.356	2.512.271	951.151	1.121.174	2.586.113	220.879
Variation du PT (FRW)	-62.484	-276.713	-106.334	-125.515	-287.749	-24.497
Variation du PT (%)	-10,00	-9,92	-10,06	-10,07	-10,01	-9,98
Valeur ajoutée (VA) en FRW	282.594	2.233.912	730.003	846.217	2.309.292,46	171.967,08
Variation de la VA (FRW)	-62.484	-276.713	-106.334	-125.515	-287.749	-24.497
Variation de la VA (%)	-18,11	-11,02	-12,71	-12,92	-11,08	-12,47
Marge brute (MB) en FRW	207.927	2.146.912	651.223	758.217	2.222.897,11	143.761,95
Variation de la MB (FRW)	-62.484	-276.713	-106.334	-125.515	-287.749	-24.497
Variation de la MB (%)	-23,12	-11,42	-14,04	-14,20	-11,46	-14,56
Revenu net (RN) en FRW	152.491	2.083.036	599.394	699.520	2.169.063	118.067
Variation du RN (FRW)	-62.484	-276.713	-106.334	-125.515	-287.749	-24.497
Variation du RN (%)	-29,07	-11,73	-15,07	-15,21	-11,71	-17,18
Revenu agricole net / ha en FRW	423.586	5.786.211	1.873.106	1.998.630	6.379.598	621.406
Ratio bénéfice-coût (RAC)	1,37	5,85	2,70	2,66	6,20	2,15
Variation du RAC	-0,15	-0,64	-0,30	-0,30	-0,69	-0,24
Variation du RAC (%)	-10,00	-9,92	-10,06	-10,07	-10,01	-9,98

Tableau 40 (Suite)

Paramètres	Maïs	Sorgho	Blé	Pyrèthre	Toutes les cultures
Observations (n)	24	14	1	1	401
Production (Kg)	655	390	300	300	3.897
Rendement (Kg / ha)	3.108	1.665	1.154	750	11.160
Prix de vente (FRW par Kg)	343	475	450	3.000	312
Produit total (PT) en FRW	224.665	185.250	135.000	900.000	1.215.864
Coût variable total en FRW	123.830	49.606	68.280	25.200	297.995
Semences (FRW)	15.600	5.357	21.000	0	83.310
Engrais organiques (FRW)	16.621	5.929	0	0	20.713
Engrais chimiques (FRW)	25.192	206	19.680	0	61.710
Pesticides (FRW)	2.667	614	0	0	45.057
Main d'œuvre (FRW)	54.958	29.000	24.000	25.000	71.993
Tiges (pour le haricot) (FRW)	--	--	--	--	1.754
Transport (FRW)	8.792	8.500	3.600	200	13.458
Valeur ajoutée (VA) en FRW	155.644	164.644	90.720	899.800	989.862
Marge brute (MB) en FRW	100.835	135.644	66.720	874.800	917.869
Coût fixe total (CFT) en FRW	34.402	29.815	40.122	105.500	51.303
Rente (FRW)	28.298	27.191	35.122	100.500	44.187
Dépréciation (FRW)	6.104	2.624	5.000	5.500	7.116
Coût total (CT) en FRW	158.232	79.421	108.402	130.700	349.298
Revenu agricole net (RN) en FRW	66.433	105.829	26.598	769.300	866.566
Taille de la terre (ha)	0,24	0,22	0,26	0,40	0,32
Revenu agricole net (par ha) en FRW	276.804	481.041	102.300	1.923.250	2.708.019
Ratio bénéfice-coût (RAC)	1,42	2,33	1,25	6,89	3,48
Réponse de différents paramètres au choc de la production					
Production (Kg)	590	351	270	270	3.507
Produit total (PT) en FRW	202.523	166.665	121.500	810.000	1.094.595
Variation du PT (FRW)	-22.142	-18.585	-13.500	-90.000	-121.269
Variation du PT (%)	-9,86	-10,03	-10,00	-10,00	-9,97
Valeur ajoutée (VA) en FRW	133.651	146.059	77.220	809.800	868.593
Variation de la VA (FRW)	-22.142	-18.585	-13.500	-90.000	-121.269
Variation de la VA (%)	-14,21	-11,29	-14,88	-10,00	-12,25
Marge brute (MB) en FRW	78.693	117.059	53.220	784.800	796.600
Variation de la MB (FRW)	-22.142	-18.585	-13.500	-90.000	-121.269
Variation de la MB (%)	-21,96	-13,70	-20,23	-10,29	-13,21
Revenu net (RN) en FRW	44.291	87.244	13.098	679.300	745.297
Variation du RN (FRW)	-22.142	-18.585	-13.500	-90.000	-121.269
Variation du RN (%)	-33,33	-17,56	-50,76	-11,70	-13,99

Tableau 40 (Suite)

Revenu agricole net (par ha) en FRW	184.545	396.564	50.377	1.698.250	2.329.052
Ratio bénéfice-coût (RAC)	1,28	2,10	1,12	6,20	3,13
Variation du RAC	-0,14	-0,23	-0,12	-0,69	-0,35
Variation du RAC (%)	-9,86	-10,03	-10,00	-10,00	-9,97

Note : (a) Le taux de change d'1 € était de 1.013,93 FRW, en prenant la moyenne des trois mois, octobre, novembre et décembre 2019 (la période de la collecte des données de cette étude). Source : Archives de la Banque Nationale du Rwanda sur les taux de change. (b) Les chiffres sont arrondis à 1 sauf les variations (%) et les RAC.

La diminution moyenne est de 14%) pour l'ensemble des cultures exploitées dans la région des sols de laves au Rwanda. De même que sur le RN, le choc de l'offre agricole s'est aussi répercuté sur le RAC. Ce choc a causé une diminution du RAC de 10% en moyenne. Il est à signaler que le choc de la production agricole de 10% résulte en moyenne en une baisse du PT de 9,97%, une diminution de la MB de 13,2%, un déclin du RN de 14%.

En complément de l'analyse de sensibilité locale, nous avons estimé les « *switching values* », c'est-à-dire les variations de l'offre qui annulent la rentabilité des exploitations agricoles. A ce niveau, les revenus totaux sont égaux aux coûts totaux, ce qui est connue comme « seuil de rentabilité » chez les comptables (Declère, 2011). Les résultats compris dans le tableau 41 montrent que la production agricole subirait une diminution (variation négative) de 34,4% pour la pomme de terre, 84,6% pour l'oignon rouge, 66,7% pour le chou, 66,2% pour la carotte et 85,5% pour l'oignon blanc, pour que le seuil de rentabilité soit atteint.

Ce sont ces variations qui représentent les « *switching values* » des cultures exploitées dans la région des sols de laves au Rwanda. Ainsi, le volume de production qui correspond au seuil de rentabilité est de 1.999 Kg pour la pomme de terre, 952 Kg pour l'oignon rouge, 1.804 Kg pour le chou, 1.980 Kg pour la carotte et 880 Kg pour l'oignon blanc.

Tableau 41. Détermination de la « switching value » de la production des petites exploitations agricoles.

Paramètres	Pomme de terre	Oignon rouge	Choux	Carottes	Oignon blanc	Haricot
Production (Kg)	3.048	6.184	5.423	5.853	6.063	568
Prix (FRW par Kg)	205	451	195	213	474	432
Produit total (FRW)	624.840	2.788.984	1.057.485	1.246.689	2.873.862	245.376
CVT FRW	354.429	365.359	299.928	362.957	363.217	77.116
CFT en FRW	55.436	63.876	51.829	58.697	53.833	25.696
Coût total (FRW)	409.865	429.235	351.757	421.654	417.050	102.812
Revenu net (FRW)	214.975	2.359.749	705.728	825.035	2.456.812	142.564
Détermination de la « switching value »						
Switching value (Kg)	-1.049	-5.232	-3.619	-3.873	-5.183	-330
Switching value (%)	-34,40	-84,61	-66,74	-66,18	-85,49	-58,10
Production SR (Kg)	1.999	952	1.804	1.980	880	238
Prix (FRW par Kg)	205	451	195	213	474	432
Seuil de rentabilité (FRW)	409.865	429.235	351.757	421.654	417.050	102.812
Coût total en FRW	409.865	429.235	351.757	421.654	417.050	102.812
Revenu net en FRW	0	0	0	0	0	0
Paramètres	Maïs	Sorgho	Blé	Pyrèthre	Ensemble des cultures	
Production (Kg)	655	390	300	300	3.897	
Prix de vente (FRW par Kg)	343	475	450	3.000	312	
Produit total (FRW)	224.665	185.250	135.000	900.000	1.215.864	
Coût variable total en FRW	123.830	49.606	68.280	25.200	297.995	
Coût fixe total (FRW)	34.402	29.815	40.122	105.500	51.303	
Coût total en FRW	158.232	79.421	108.402	130.700	349.298	
Revenu net en FRW	66.433	105.829	26.598	769.300	866.566	
Détermination de la « switching value »						
Switching value (Kg)	-194	-223	-59	-256	-2.777	
Switching value (%)	-29,62	-57,18	-19,67	-85,33	-71,26	
Production SR (Kg)	461	167	241	44	1.120	
Prix (FRW par Kg)	343	475	450	3.000	312	
Seuil de rentabilité (FRW)	158.232	79.421	108.402	130.700	349.298	
Coût total en FRW	158.232	79.421	108.402	130.700	349.298	
Revenu net en FRW	0	0	0	0	0	

Note : « SR » signifie « seuil de rentabilité ».

7.4.2 Sensibilité de la rentabilité agricole à l'augmentation du coût de production

En procédant par l'analyse marginaliste (voir Walras, 1926), les résultats de l'analyse de sensibilité de la rentabilité des exploitations agricoles à l'augmentation du coût de production sont bien présentés dans le tableau 42.

Tableau 42. Sensibilité de la rentabilité agricole à l'augmentation du coût de production.

Paramètres	Pomme de terre	Oignon rouge	Choux	Carottes	Oignon blanc	Haricot
Observations (n)	132	51	50	46	43	39
Production (Kg)	3.048	6.184	5.423	5.853	6.063	568
Rendement (Kg / ha)	8.173	17.140	15.725	16.491	17.753	2.927
Prix de vente (FRW par Kg)	205	451	195	213	474	432
Produit total (PT) en FRW	624.840	2.788.984	1.057.485	1.246.689	2.873.862	245.376
Consommat. intermédiaires (FRW)	279.762	278.359	221.148	274.957	276.822	48.911
Coût variable total (CVT) en FRW	354.429	365.359	299.928	362.957	363.217	77.116
Semences (FRW)	130.000	87.973	70.555	77.665	85.233	12.424
Engrais organiques (FRW)	25.420	23.118	20.640	22.054	22.116	7.487
Engrais chimiques (FRW)	86.639	60.958	46.835	85.983	74.014	2.409
Pesticides (FRW)	19.372	93.192	71.808	75.627	82.319	1.956
Main d'œuvre (FRW)	74.667	87.000	78.780	88.000	86.395	28.205
Tiges (pour le haricot) en FRW	--	--	--	--	--	18.038
Transport (FRW)	18.331	13.118	11.310	13.628	13.140	6.597
Valeur ajoutée (VA) en FRW	345.078	2.510.625	836.337	971.732	2.597.040	196.465
Marge brute (MB) en FRW	270.411	2.426.054	756.906	882.791	2.510.645	168.260
Coût fixe total (CFT) en FRW	55.436	63.876	51.829	58.697	53.833	25.696
Rente (FRW)	48.216	54.872	43.884	51.263	45.489	21.859
Dépréciation (FRW)	7.220	9.004	7.945	7.434	8.344	3.837
Coût total (CT) en FRW	409.865	429.235	351.757	421.654	417.050	102.812
Revenu net (RN) en FRW	214.975	2.359.749	705.728	825.035	2.456.812	142.564
Taille de la terre (ha)	0,36	0,36	0,32	0,35	0,34	0,19
Revenu net (par ha) en FRW	597.153	6.554.858	2.205.400	2.357.243	7.225.918	750.337
Ratio bénéfice-coût (RAC)	1,52	6,50	3,01	2,96	6,89	2,39
Réponse de certains paramètres à l'augmentation du coût de production						
Coût total (CT) augmenté (FRW)	413.964	433.527	355.275	425.871	421.221	103.840
CVT augmenté (FRW)	357.973	369.013	302.927	366.587	366.849	77.887
CI augmentées (FRW)	282.560	281.143	223.359	277.707	279.590	49.400
Valeur ajoutée (VA) en FRW	342.280	2.507.841	834.126	968.982	2.594.272	195.976
Variation de la VA (FRW)	-2.798	-2.784	-2.211	-2.750	-2.768	-489
Variation de la VA (%)	-0,81	-0,11	-0,26	-0,28	-0,11	-0,25
Marge brute (MB) en FRW	266.867	2.419.971	754.558	880.102	2.507.013	167.489
Variation de la MB (FRW)	-3.544	-3.654	-2.999	-3.630	-3.632	-771
Variation de la MB (%)	-1,31	-0,15	-0,40	-0,41	-0,14	-0,46
Revenu net (RN) en FRW	210.876	2.355.457	702.210	820.818	2.452.642	141.536
Variation du RN (FRW)	-4.099	-4.292	-3.518	-4.217	-4.171	-1.028
Variation du RN (%)	-1,91	-0,18	-0,50	-0,51	-0,17	-0,72
Ratio bénéfice-coût (RAC)	1,51	6,43	2,98	2,93	6,82	2,36
Variation du RAC	-0,015	-0,06	-0,03	-0,03	-0,07	-0,02
Variation du RAC (%)	-0,99	-0,99	-0,99	-0,99	-0,99	-0,99
Paramètres						
	Maïs	Sorgho	Blé	Pyrèthre	Toutes les cultures	
Observations (n)	24	14	1	1	401	
Production (Kg)	655	390	300	300	3.897	
Rendement (Kg / ha)	3.108	1.665	1.154	750	11.160	
Prix de vente (FRW par Kg)	343	475	450	3.000	312	
Produit total (PT) en FRW	224.665	185.250	135.000	900.000	1.215.864	
Consommat. intermédiaires (FRW)	68.872	20.606	44.280	200	226.002	

Tableau 42 (Suite)

Paramètres	Maïs	Sorgho	Blé	Pyrèthre	Toutes les cultures
Coût variable total (CVT) en FRW	123.830	49.606	68.280	25.200	297.995
Semences (FRW)	15.600	5.357	21.000	0	83.310
Engrais organiques (FRW)	16.621	5.929	0	0	20.713
Engrais chimiques (FRW)	25.192	206	19.680	0	61.710
Pesticides (FRW)	2.667	614	0	0	45.057
Main d'œuvre (FRW)	54.958	29.000	24.000	25.000	71.993
Tiges (pour le haricot) en FRW	--	--	--	--	1.754
Transport (FRW)	8.792	8.500	3.600	200	13.458
Valeur ajoutée (VA) en FRW	155.644	164.644	90.720	899.800	989.862
Marge brute (MB) en FRW	100.835	135.644	66.720	874.800	917.869
Coût fixe total (CFT) en FRW	34.402	29.815	40.122	105.500	51.303
Rente (FRW)	28.298	27.191	35.122	100.500	44.187
Dépréciation (FRW)	6.104	2.624	5.000	5.500	7.116
Coût total (CT) en FRW	158.232	79.421	108.402	130.700	349.298
Revenu net (RN) en FRW	66.433	105.829	26.598	769.300	866.566
Taille de la terre (ha)	0,24	0,22	0,26	0,40	0,32
Revenu net (par ha) en FRW	276.804	481.041	102.300	1.923.250	2.708.019
Ratio bénéfice-coût (RAC)	1,42	2,33	1,25	6,89	3,48
Réponse de certains paramètres à l'augmentation du coût de production					
CT augmenté (FRW)	159.814	80.215	109.486	132.007	352.791
CVT augmenté (FRW)	125.068	50.102	68.963	25.452	300.975
CI augmentées (FRW)	69.561	20.812	44.723	202	228.262
Valeur ajoutée (VA) en FRW	155.104	164.438	90.277	899.798	987.602
Variation de la VA (FRW)	-689	-206	-443	-2	-2.260
Variation de la VA (%)	-0,44	-0,13	-0,49	-0,0002	-0,23
Marge brute (MB) en FRW	99.597	135.148	66.037	874.548	914.889
Variation de la MB (FRW)	-1.238	-496	-683	-252	-2.980
Variation de la MB (%)	-1,23	-0,37	-1,02	-0,03	-0,32
Revenu net (RN) en FRW	64.851	105.035	25.514	767.993	863.073
Variation du RN (FRW)	-1.582	-794	-1.084	-1.307	-3.493
Variation du RN (%)	-2,38	-0,75	-4,08	-0,17	-0,40
Ratio bénéfice-coût (RAC)	1,41	2,31	1,23	6,82	3,45
Variation du RAC	-0,01	-0,02	-0,01	-0,07	-0,03
Variation du RAC (%)	-0,99	-0,99	-0,99	-0,99	-0,99

Note : (a) Le taux de change d'1 € était de 1.013,93 FRW, la moyenne des trois mois, octobre, novembre et décembre 2019 (la période de la collecte des données de cette étude).
Source : Archives de la Banque Nationale du Rwanda sur les taux de change. (b) Les chiffres sont arrondis à 1 sauf les variations (%) et les RAC.

Avec l'augmentation du coût de production de 1%, il en résulterait une diminution du RN de 0,40%, une baisse de la VA de 0,23%, et une diminution de la MB de 0,32% en moyenne. La MB de la pomme de terre a diminué de 270.411 FRW (\cong 266,7 €) à 266.867 FRW (\cong 263,2 €), soit une diminution de 1,31% ; celle de l'oignon rouge a passé de 2.423.625 FRW (\cong 2.390,3 €) à 2.419.971 FRW (\cong 2.386,7 €), soit une baisse de 0,15% ; alors que pour l'oignon blanc une diminution 0,14% a été enregistrée. Sur la VA, il y a eu une diminution de 2.798 FRW (0,81%) pour la pomme de terre, de 2.784 FRW (0,11%) pour l'oignon rouge, et de 2.768 FRW (0,11%) pour l'oignon blanc.

Du côté du RN, l'augmentation du coût de production a causé une diminution de 4.099 FRW \cong 4 € (1,9%) pour la pomme de terre, 4.292 FRW \cong 4,2 € (0,18%) pour l'oignon rouge, et 4.171 FRW \cong 4,1 € (0,17%) pour l'oignon blanc. La diminution moyenne est de 3.493 FRW \cong 3,5 € (0,40%) pour l'ensemble des cultures exploitées dans la région des sols de laves au Rwanda. De même que pour le RN, l'augmentation du coût de production s'est aussi répercutée sur le RAC. Ce choc a causé une diminution du RAC de 1,52 à 1,51 pour la pomme de terre, de 6,50 à 6,43 pour l'oignon rouge, de 6,89 à 6,82 pour l'oignon blanc, et de 3,48 à 3,45 pour l'ensemble des cultures.

Il faut ici retenir que l'augmentation du coût de production de 1% résulte en moyenne en une baisse de la MB de 0,32%, un déclin du RN de 0,40%, et enfin en une chute du RAC de 0,99%. De plus, les résultats de l'analyse de rentabilité révèlent que les effets du choc de l'offre sur le revenu net sont plus néfastes que ceux de l'augmentation du coût de production, ce qui est aussi conforme avec la conclusion de la recherche de Maniriho (2013) qui précise que la diminution de la production produit des effets sur la rentabilité agricole plus que l'augmentation du coût de production dans le District de Musanze, Province du Nord, au Rwanda, si les deux facteurs varient au même taux.

L'analyse de rentabilité de la production de différentes cultures et de sa sensibilité à la diminution de la production ainsi qu'à l'augmentation du coût de production a été complétée par la présentation de la structure des coûts de production. La figure 26 montre la variation des composantes des coûts entre les producteurs moins performants (figure 26.a), les producteurs moyennement performants (figure 26.b), et les producteurs plus performants (figure 26.c).

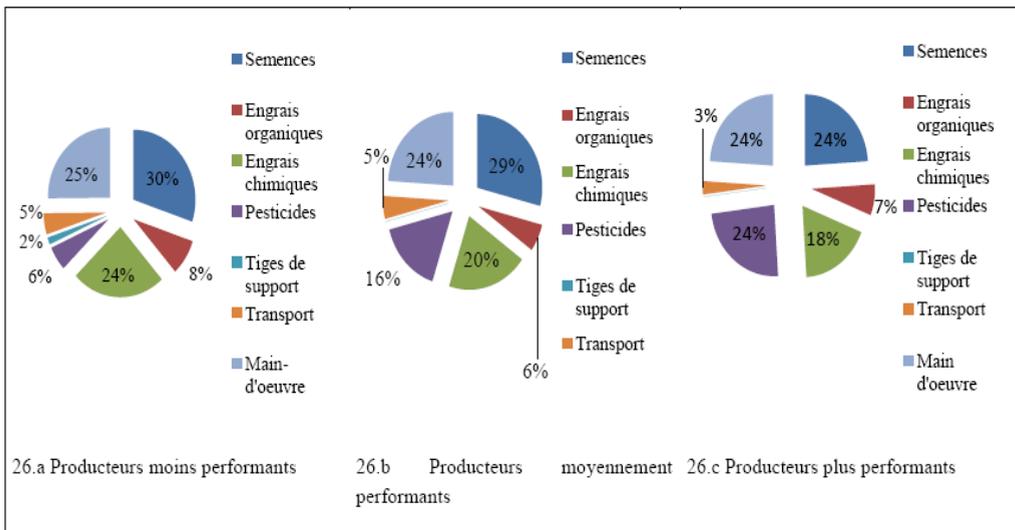


Figure 26. Structure des coûts de production des trois catégories des producteurs agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.

Ces résultats peuvent nous conduire à penser que les producteurs agricoles de la première catégorie (figure 26.a) exploitent les terres marginales, du fait qu'ils affectent 32% de leurs coûts de production à l'acquisition des engrais (chimiques et organiques) contre 26% et 25% respectivement pour la deuxième et la troisième catégories (figure 26.b et c). De plus, il semble que les producteurs les plus performants consacrent davantage de moyens à la lutte contre les maladies des cultures, surtout les maladies fongiques qui sont parmi les principales menaces dans la région des sols de laves au Rwanda.

7.5 Implications de la rentabilité agricole sur la viabilité des exploitations

L'exploitation agricole procure des revenus aux agriculteurs, à condition que la productivité reste élevée et les prix suffisamment stables. Du point de vue du système agro-alimentaire, la littérature permet de classer les petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda parmi les « *local food systems* » de type « *susistence and commercial small-scale farm(er)s* » (voir Colonna et al., 2013 ; Augstburger et al., 2019). La rentabilité est mesurée par le revenu net positif ou négatif obtenu par la comparaison entre le revenu brut et le coût de production (Mankiw & Taylor, 2010). Elle est aussi mesurée par le rapport entre le revenu brut et le coût de production (le ratio avantage-coût), et l'activité agricole est qualifiée de profitable si ce rapport est supérieur à 1 (Gietema, 2006a ; Meunier & Marsden, 2009). Le niveau de rentabilité des producteurs agricoles peut être contraint par le coût élevé de la production (Maniriho & Bizoza, 2013) qui pourrait être entraîné par une utilisation inefficace des ressources disponibles par les producteurs agricoles (Albouchi et al., 2015).

Comme les résultats de l'analyse de la rentabilité des petites exploitations agricoles ont mis en évidence l'effet significatif du coût de production sur le niveau du profit, il s'avère nécessaire pour les exploitants de choisir les techniques agricoles qui réduisent les inefficacités (Lee, 2005 ; Sodjinou & Mensah, 2007 ; Gngangè et al., 2012 ; Aboua, 2016), qui permettront ainsi d'augmenter la production agricole (Albouchi, 2005). Comme la rentabilité agricole s'est aussi montrée sensible au choc de l'offre agricole qui pourrait être dû aux différents risques agricoles (Mulumeoderhwa et al., 2019), les exploitants doivent connaître et par-là contrôler un certain nombre de facteurs qui risquent de causer une diminution de la production et de la rentabilité agricole (Maniriho & Bizoza, 2013). Dans ce cadre, la maîtrise du coût de production serait aussi un déterminant majeur de la rentabilité de la pomme de terre (Cervantes-Godoy & Dewbre, 2010 ; Alinda & Abbott, 2012 ; Nuwagira, 2017).

Une fois garantie la rentabilité de la production agricole, les revenus des producteurs seraient stables (CIDSE, 2012 ; Miller & Jones, 2013 ; Sourisseau et al., 2015) et, par conséquent, la production agricole jouera son rôle dans la réduction de la pauvreté (Laurent, 1999 ; Dorward & Kydd, 2005 ; IFAD, 2013). Ceci permettrait aussi aux paysans d'accéder à une gamme croissante de biens et services de base, ce qui contribuerait à maintenir un niveau de vie saine et de répondre à la demande en investissements additionnels qui sont à la base du rendement graduel des ressources

(Corselius et al., 2001). Sous toutes ces conditions, la production agricole maintiendra sa qualification de culture de sécurité alimentaire (Okello et al., 2017).

Comment la rentabilité agricole répond-elle à une augmentation de la production ? Il est bien connu qu'une augmentation, même minime, de l'offre en produits agricoles peut provoquer l'effondrement des prix, étant donné l'inélasticité prix de la demande des produits de première nécessité (produits agricoles) (Endres, 1987), ce qui signifie qu'en réalité, une augmentation de la production agricole de 10% résulterait en un abaissement des prix agricoles supérieur à 10%. Plusieurs scénarios sont possibles pour réduire cette diminution des prix. Les exploitants agricoles peuvent se regrouper ou renforcer les coopératives agricoles pour relever leur influence dans les chaînes de valeur agricole (Miller & Jones, 2013 ; Ortega et al., 2019).

Du côté du gouvernement, il devrait favoriser un raccourcissement des chaînes de valeur agricole (Chiffolleau et al., 2016) et mettre en place les facilités de stockage (Tesfaye & Tirivayi, 2018) pour permettre la stabilité de l'offre aussi bien pendant les périodes de récolte qu'au cours des périodes de production afin de limiter l'effondrement des prix, ce qui permettrait au système alimentaire de fluctuer autour de l'équilibre avec des déviations minimales (Day, 1999). Il faut aussi signaler dans ce cas qu'une réduction raisonnable des prix des produits agricoles reste bénéfique aux pauvres aussi bien urbains que ruraux qui accèdent facilement aux denrées alimentaires (World Bank, 2008).

7.6 Analyse corrélacionnelle entre la rentabilité agricole et ses déterminants

Nous avons voulu identifier les facteurs qui peuvent influencer la rentabilité de la production agricole. Nous avons ainsi fait l'analyse de corrélation dont les résultats montrent que la rentabilité agricole est associée positivement et significativement aux superficies cultivées, au montant de crédit et au rendement au seuil de 5%, à la taille du ménage, à l'âge et à l'expérience de l'exploitant au seuil de 10% (tableau 43).

Le coefficient de corrélation entre la rentabilité agricole et la surface des terres exploitées est de 0,36 (p-valeur=0,00), ce qui reflète une corrélation positive faible, mais significative (Schober et al., 2018). Ce résultat est conforme aux résultats de Mottaleb et Mohanty (2015) qui montrent que la rentabilité croît avec la superficie cultivée. Le coefficient de corrélation s'élève à 0,25 (p-valeur=0,00) entre la rentabilité agricole et le montant du crédit, ce qui révèle aussi une corrélation positive faible mais significative (Schober et al., 2018) ; ceci soutient les résultats de Foltz (2004) et d'Oyedele et al. (2009) qui précisent que l'accès au crédit figure parmi les facteurs déterminants du profit agricole. L'analyse montre aussi que la rentabilité agricole est positivement et significativement corrélée avec le rendement : le coefficient s'élève à 0,74 avec un niveau de signification (p-valeur) de 0,00, ce qui traduit une corrélation positive forte et significative (Schober et al., 2018). La rentabilité agricole est corrélée à la taille du ménage ($r=0,098$; p-valeur=0,05), à l'âge de l'exploitant ($r=0,09$, p-valeur=0,06), et à l'expérience du

producteur agricole ($r=0,09$, p -valeur= $0,09$), ce qui traduit des corrélations positives négligeables, mais qui sont significatives au seuil de 10% ; ceci coïncide avec Osondu (2017) dont les résultats incluent l'âge et l'expérience de l'exploitant agricole parmi les facteurs qui influent sur la rentabilité agricole.

Tableau 43. Matrice de corrélations entre la rentabilité agricole et ses déterminants.

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
(1) Revenu net	1,00							
(2) Surface cultivée	0,36 (0,00)	1,00						
(3) Taille ménage	0,10 (0,05)	0,23 (0,00)	1,00					
(4) Age	0,09 (0,06)	0,29 (0,00)	0,73 (0,00)	1,00				
(5) Expérience	0,09 (0,09)	0,25 (0,00)	0,68 (0,00)	0,84 (0,00)	1,00			
(6) Montant crédit	0,25 (0,00)	0,26 (0,00)	0,03 (0,57)	0,08 (0,09)	0,002 (0,96)	1,00		
(7) Rendement	0,74 (0,00)	0,26 (0,00)	-0,09 (0,08)	-0,06 (0,22)	-0,10 (0,06)	0,17 (0,00)	1,00	
(8) PTF	0,89 (0,00)	0,17 (0,00)	0,01 (0,83)	0,03 (0,60)	0,03 (0,61)	0,15 (0,00)	0,67 (0,00)	1,00

Note : Les chiffres entre parenthèses sont les seuils de signification (p -valeur).

7.7 Conclusion partielle sur la rentabilité agricole

L'exploitation agricole a plus de sens si elle permet aux exploitants d'améliorer leurs conditions de vie : réduction de la pauvreté, habitation décente, et la sécurité alimentaire. La production et le rendement croissants pour avoir des revenus croissants et stables constituent une condition préalable, d'où le fait que la rentabilité des exploitations agricoles reste une exigence.

Dans ce chapitre, nous avons analysé la rentabilité des différentes cultures en utilisant la technique budgétaire et l'analyse avantages-coûts. L'analyse de la rentabilité des différentes cultures exploitées dans la région des sols de laves au Rwanda nous a conduit à confirmer qu'elles sont rentables étant donné que la MB et le RN sont positifs, et que le RAC de chacune d'elles est supérieur à 1, bien que le niveau de profitabilité ne soit pas le même pour toutes les cultures.

L'analyse a aussi montré que la rentabilité reste très sensible à un choc de l'offre et à l'augmentation du coût de production et a révélé que les effets d'un choc de l'offre sont plus grands que ceux de l'augmentation des coûts. L'analyse de la

variabilité du prix de vente prouve que ce dernier croît avec l'augmentation de leur rentabilité. À côté de l'analyse de rentabilité, notre analyse a mis en évidence que le revenu agricole est positivement corrélé avec l'expérience de l'exploitant, le montant du crédit, le rendement et la productivité totale des facteurs⁵². Par conséquent, il faudrait considérer ces facteurs si l'on vise l'amélioration de la rentabilité des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.

⁵² Bien qu'elle est positivement corrélée avec la rentabilité, la superficie cultivée n'a pas été incluse sur cette liste car il est presque totalement impossible de favoriser son augmentation dans le contexte actuel du Rwanda.

**Conditions de vie des petits exploitants
agricoles dans la région des sols de laves au
Rwanda**

8. Conditions de vie des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda

8.1 Introduction

Une agriculture qui ne procure pas de nourriture ou de revenus aux agriculteurs pour leur permettre d'améliorer les conditions de vie n'aurait pas de sens. Ainsi, après avoir analysé la productivité, l'efficacité et la rentabilité de la production agricole, il s'avère nécessaire d'analyser les composantes des dépenses de consommation des ménages, leur accès aux actifs productifs et autres actifs contribuant à l'amélioration du bien-être, les conditions d'habitat, ainsi que la situation alimentaire des ménages des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.

8.2 Différentes affectations de la production agricole par les producteurs

Les résultats de notre analyse (Figure 27) montrent que la production agricole est affectée à la vente, à l'autoconsommation (partie de la production consommée par les producteurs), aux semences, et à des usages divers (dons et aides aux amis et membres de la famille, par exemple). Le pyrèthre, l'oignon rouge, l'oignon blanc, la carotte et le chou sont produits principalement pour le marché. Même pour les autres cultures (la pomme de terre, le haricot, le maïs et le sorgho), la grande partie de la production est vendue, alors qu'une petite partie est affectée à l'autoconsommation, aux semences et à d'autres usages. Pour le blé, une petite partie est vendue alors qu'une grande partie est affectée aux dons et aides aux amis et/ou membres de la famille. Comme il apparaît sur la figure 27, il est observable que, pour le blé, le pyrèthre, les oignons, les carottes et les choux, les producteurs achètent de nouvelles semences avant chaque saison culturale et donc n'en affectent pas sur leur production propre. Pour l'ensemble des cultures, les résultats montrent que près de 94 % de la production agricole est commercialisée.

Cette commercialisation est effectuée essentiellement à travers l'écoulement des productions sur les marchés (principalement vers la ville de Kigali), alors qu'une autre partie est consommée par les producteurs. En référence à d'autres caractéristiques du système, ceci nous permet d'avancer que le système alimentaire dans la région d'étude peut être qualifié de « *modèle 'filiales vivrières'* » dont les principaux critères portent sur des produits de base, de moyennes distances de commercialisation, et de faibles investissements (Colonna et al., 2013).

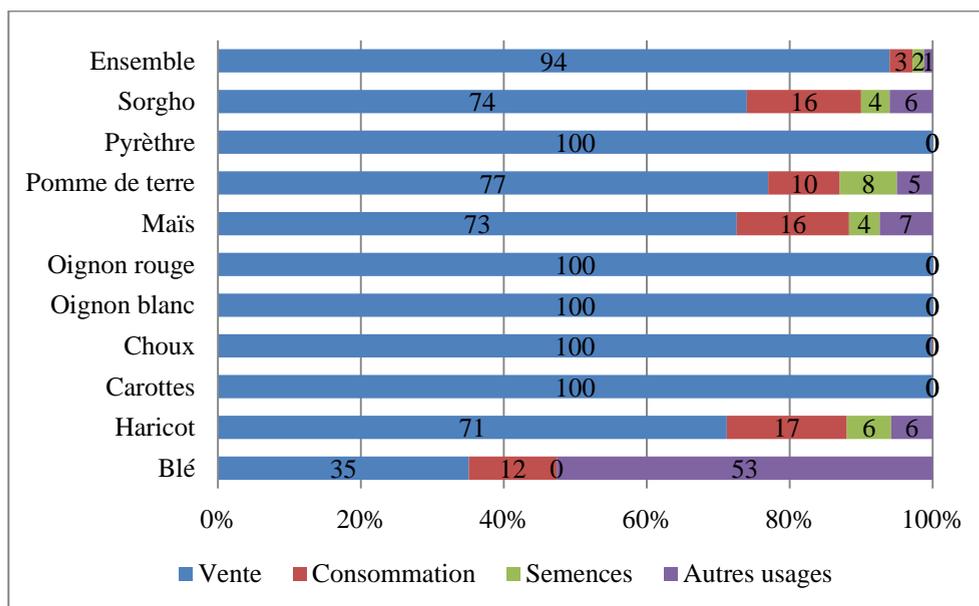


Figure 27. Différentes affectations de la production agricole (%) par les producteurs dans la région des sols de laves au Rwanda.

8.3 Origines des produits alimentaires consommés par les ménages des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda

Après l'analyse de l'allocation de la production agricole par les producteurs dans la région des sols de laves au Rwanda, nous avons étudié les origines des produits alimentaires consommés par les ménages des fermiers. Les résultats (tableau 44) montrent que 41,2% des aliments énergétiques (céréales, grains, racines et tubercules), 84,2 % des légumineuses, 85,5% des légumes et feuilles, 43,7% des fruits, 32,9% des viandes et poissons, 84,1% du lait et autres produits laitiers consommés sont produits par les ménages des producteurs agricoles, alors que 58,9% des céréales, grains, racines et tubercules, 15,8% des légumineuses, 14,2% des légumes et feuilles, 56,3% des fruits, 67,2% des viandes et poissons, 15,9% du lait et autres produits laitiers consommés proviennent de l'extérieur des ménages des producteurs, principalement du marché. En plus, presque la totalité des huiles, du sucre et des bonbons, condiments et épices consommés proviennent principalement du marché. Cette situation démontre que les petits exploitants agricoles au Rwanda pratiquent l'agriculture avec principalement un objectif double, la production pour l'autoconsommation et la production orientée vers le marché (Guèye et al., 2013).

Tableau 44. Origines des produits alimentaires consommés par les ménages des petits exploitants agricoles dans la région des laves au Rwanda.

Produits alimentaires	Production		Marché		Autres sources		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Céréales, grains, racines et tubercules	165	41,15	236	58,85	0	0,00	401	100
Légumineuses et noixettes	336	84,21	63	15,79	0	0,00	399	100
Légumes et feuilles	337	85,53	56	14,21	1	0,25	394	100
Fruits	101	43,72	130	56,28	0	0,00	231	100
Viandes et poissons	45	32,85	92	67,15	0	0,00	137	100
Lait et autres produits laitiers	253	84,05	48	15,95	0	0,00	301	100
Huiles	16	4,10	374	95,90	0	0,00	390	100
Sucre ou bonbons	12	3,29	353	96,71	0	0,00	365	100
Condiments et épices	0	0,00	401	100,00	0	0,00	401	100

Après l'identification des sources des produits alimentaires consommés par les ménages des producteurs agricoles, nous avons analysé les dépenses de consommation de ces ménages.

8.4 Analyse des dépenses de consommation des ménages des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda

Les dépenses mensuelles de consommation totale des ménages comprennent les dépenses alimentaires totalisant 19.987 FRW (\cong 19,7 €) par mois en moyenne (soit 14,2% des dépenses mensuelles totales) et les dépenses non alimentaires qui s'élèvent à 120.821 FRW \cong 119,2 € (équivalents à 85,8% des dépenses totales). La figure 28 décrit la répartition des dépenses mensuelles totales des ménages.

Bien que tous les aliments consommés n'aient pas été évalués, il faut aussi savoir comment les dépenses mensuelles des ménages se répartissent en fonction des différents produits alimentaires. Dans ce sens, les articles alimentaires sont classés par ordre décroissant d'importance : les céréales, grains et tubercules (4.647 FRW \cong 4,6 €, 27%) ; huiles (3.823 FRW \cong 3,8 €, 23%) ; sucre (2.290 FRW \cong 2,3 €, 14%) ; condiments (1.442 FRW \cong 1,4 €, 8%) ; légumineuses (1.334 FRW \cong 1,3 €, 8%) ; viandes (1.318 FRW \cong 1,3 €, 8%) ; fruits (954 FRW \cong 0,9 €, 6%) ; lait et produits laitiers (557 FRW \cong 0,6 €, 3%) ; légumes (532 FRW \cong 0,5 €, 3%).

La composition des dépenses alimentaires mensuelles des ménages est décrite par la figure 29.

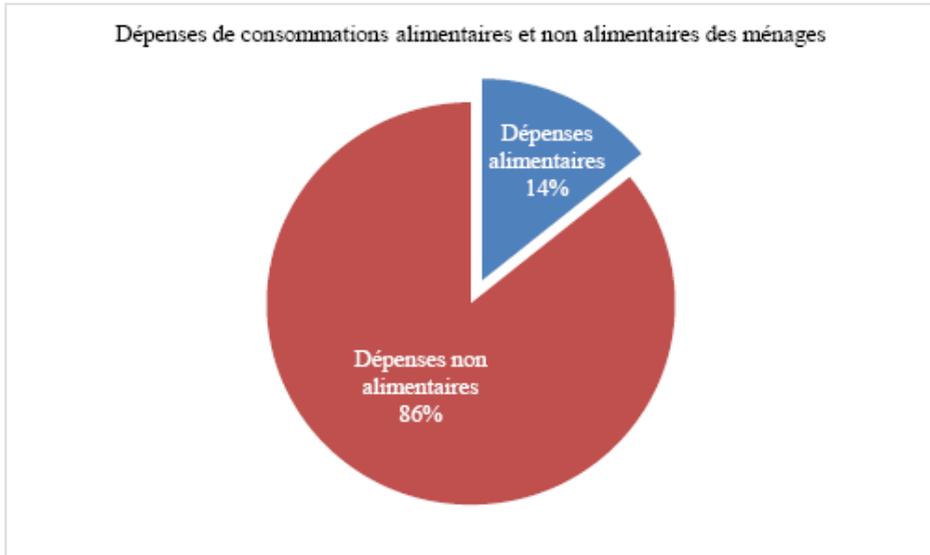


Figure 28. Distribution des dépenses mensuelles de consommation des ménages.

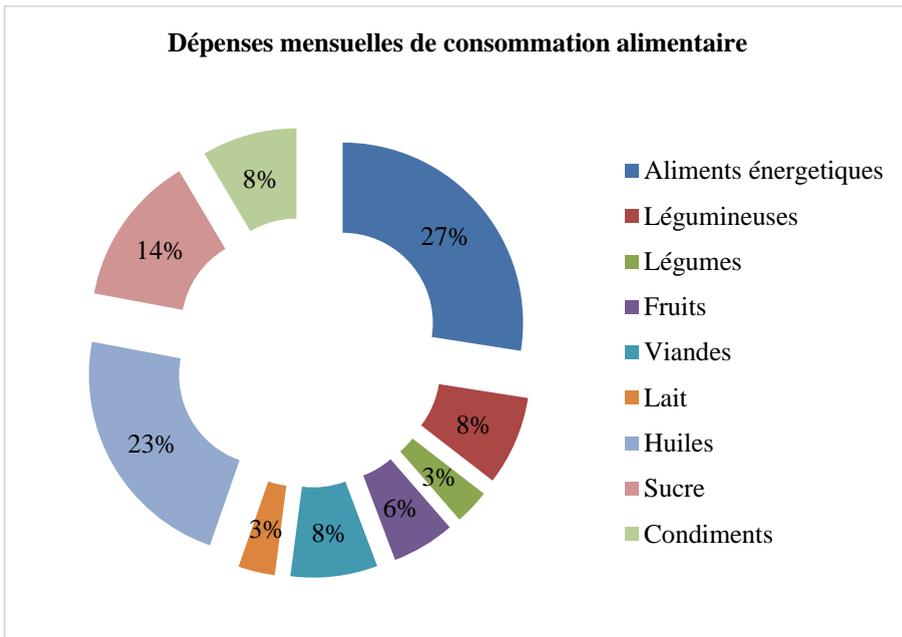


Figure 29. Distribution des dépenses alimentaires mensuelles des ménages agricoles.

Les types d'aliments les moins achetés ne sont pas réellement les moins consommés. Il s'agit plutôt de types d'aliments dont la consommation est en grande partie pourvue par la production des ménages. En termes de dépenses, les légumineuses, le lait et les légumes occupent les dernières positions, mais les résultats sur l'origine des aliments consommés par les ménages dans la région des sols de laves au Rwanda montrent que 85,5% de légumes, 84,2% de légumineuses, et 84% du lait (voir tableau 44) consommés proviennent de la production des ménages. Cette situation résulte particulièrement des programmes de développement socioéconomique mis en œuvre au Rwanda depuis 2007. Spécifiquement pour la viande, les dépenses faibles correspondent à une consommation faible : pour les 401 ménages enquêtés, seulement 137 (soit 34,2%) ont confirmé qu'ils ont consommé de la viande au cours de semaine précédant le jour de notre visite pour la collecte des données.

Concernant les dépenses de consommation non alimentaire, la figure 30 décrit leurs composantes. Les plus grands postes sont les dépenses d'éducation (34.575 FRW \cong 34,1 €, 28,6%), travaux agricoles et bétails (28.201 FRW \cong 27,8 €, 23,4%), les dépenses de construction et réparation (13.544 FRW \cong 13,4 €, 11,2%), le remboursement des dettes (9.136 FRW \cong 9,0 €, 7,6%), ainsi que les dépenses d'acquisition de biens durables (8.217 FRW \cong 8,1 €, 6,8%).

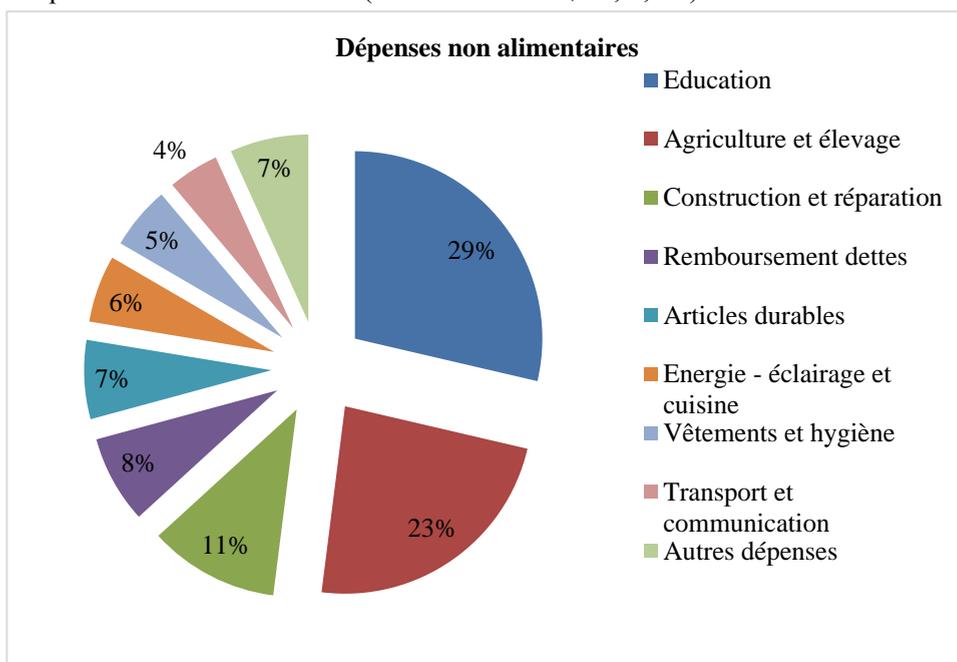


Figure 30. Distribution des dépenses mensuelles non alimentaires des ménages agricoles.

D'autres composantes des dépenses non alimentaires sont l'énergie d'éclairage et de cuisine (5,8%), vêtements et hygiène (5,4%), transport et communication (4,4%) et enfin, autres dépenses (6,8%) qui comprennent : santé et soins médicaux (1,8%) ;

cérémonies, fêtes et cadeaux (1,6%) ; articles non durables (1,4%) ; location (1,1%) ; et dépenses diverses (0,9%). L'importance des dépenses sur les activités agricoles et d'élevage montre que les petits producteurs agricoles se soucient beaucoup de leur avenir et investissent ainsi dans la production végétale et animale pour avoir accès aux aliments dans l'avenir. Ils reconnaissent aussi l'importance de la combinaison de l'agriculture et de l'élevage : ce dernier fournit du fumier nécessaire pour la bonne gestion de la fertilité du sol et pourvoit aux ménages agricoles des produits riches en protéines (le lait, la viande) et même un complément à leurs revenus.

8.5 Habitat et accès aux actifs productifs déterminants du niveau de vie

Les conditions d'habitat d'un ménage sont l'un des indicateurs de son niveau de vie. Une habitation construite en dur et en bon état est un signe d'un niveau de bien-être ; par contre, une habitation en matériaux non durables et en mauvais état pourrait être une indication d'un niveau de vie faible pour un ménage. L'accès aux différents actifs, plus spécialement les actifs productifs, montre à quel niveau les membres du ménage peuvent participer aux activités économiques, ce qui peut leur permettre d'accroître leur production et leurs revenus, procéder au réinvestissement, et enfin d'améliorer leurs conditions de vie.

Dans le tableau 45, les résultats de la recherche montrent les conditions d'habitation des ménages des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda. Presque la totalité des enquêtés (99,8%) habitent dans un habitat regroupé nommé « *umudugudu* ». Il s'agit d'un emplacement qui a été choisi par la population et les autorités locales et qui convient pour une habitation du fait principalement qu'elle n'est pas sujette aux inondations, aux glissements des terres, aux coups de tonnerre, donc une zone sans risques, qui est plutôt facilement accessible en termes de connexion aux routes et à l'infrastructure (écoles, centres de santé, marché, électricité, facilité de sports, etc.) (MININFRA, 2015).

Tableau 45. Conditions des maisons d'habitation des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.

No.	Indicateur	Effectif	Pourcentage
1	Le ménage vit dans le village ou habitat regroupé	400	99,75
2	Le ménage est le propriétaire de la maison	376	95,19
3	Le toit de la maison est amélioré et durable	397	99,00
4	Le plancher de la maison est amélioré et durable	285	71,07
5	Les murs de la maison sont améliorés	363	90,52
6	La toilette est à l'intérieur de la maison	13	3,24

Note : Plusieurs réponses étaient possibles pour un seul répondant.

Les résultats montrent aussi que 95,2% des enquêtés habitent dans leurs propres maisons. Une maison (avec toute sa parcelle) est considérée comme actif productif

pour un ménage (Bardhan, 1996) : l'argent que pourrait payer le ménage comme loyer est affecté à d'autres fins. Dans les régions rurales au Rwanda en particulier, la parcelle autour de la maison d'habitation est utilisée pour la construction des étables des animaux domestiques et l'établissement du jardin potager. Les enquêtés ont aussi confirmé que leurs maisons sont en bonne condition (toit amélioré et durable, 99,0% ; plancher amélioré et durable, 71,1%, mur amélioré, 90,5%).

L'accès à l'eau est un autre indicateur du bien-être des ménages. Les résultats (tableau 46) montrent que 55,1% des ménages de petits exploitants agricoles disposent de robinets domestiques, 97,8% accèdent aux robinets publics qui se trouvent tout proches de leurs habitations, et que 41,9% peuvent accéder à une source d'eau alternative. De plus, 96,0% ajoutent qu'il faut payer pour avoir l'accès à l'eau. Il faut préciser que l'accès à l'eau potable requiert le paiement de FRW 20 par bidon de 20 litres dans la plus grande partie du pays, bien que l'on paie ce bidon autour de FRW 10 dans certaines localités rurales. L'accès à l'eau reste et restera un indicateur de grande importance du bien-être (Kettab, 2001), l'eau étant vitale, « essentielle pour la vie » des hommes, des animaux et des plantes (United Nations, 2005). Concernant l'importance de l'eau dans la réduction de la pauvreté, le Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique (2010) précise que « *Une eau qui peut être consommée sans risque nocif à court ou à long terme est un élément fondamental du bien-être des êtres humains* ».

Tableau 46. Accès à l'eau pour les petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.

No.	Indicateur d'accès à l'eau	Effectif	Pourcentage
1	Le ménage dispose d'un robinet domestique	221	55,11
2	Le robinet public est tout proche de la maison	392	97,76
3	Le ménage paie pour avoir accès à l'eau	383	95,99
4	Le ménage accède à une source alternative d'eau	153	41,92

Note : Plusieurs réponses étaient possibles pour un seul répondant.

Dans la consommation et le bien-être des ménages, l'eau est une nourriture de grande importance qui ne connaît aucun substitut dans le secteur domestique (Morel, 2007 ; Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique, 2010), à côté du fait d'être beaucoup plus utilisée dans les secteurs agricole (irrigation) et industriel (Morel, 2007). Un nombre important de personnes dans les pays en voie de développement n'ont pas d'accès à des sources d'eau potable améliorées (Nations Unies, 2020). C'est ainsi que le traitement préalable de l'eau avant toute utilisation s'avère nécessaire. Pour ce qui concerne nos enquêtés, 84,0% font bouillir l'eau à boire, 0,3% la filtrent à l'aide d'un tissu, alors que 15,0% boivent de l'eau sans aucun traitement préalable (tableau 47). Ces derniers sont exposés à un grand nombre de risques sanitaires et maladies, entre autres le choléra, la typhoïde, la polio, l'hépatite, et la diarrhée (Aubry & Gaüzère, 2012).

Tableau 47. Techniques de traitement de l'eau à boire dans les ménages de petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.

No.	Techniques de traitement de l'eau à boire	Effectif	Pourcentage
1	Bouillir	337	84,04
2	Filtrer à l'aide d'un tissu	1	0,25
3	On ne fait rien	63	15,11
	Total	401	100,00

Depuis l'antiquité, l'énergie a été essentielle à la vie quotidienne de l'homme (Cipolla, 1961). Les ménages consomment de l'énergie principalement pour l'éclairage, le chauffage et/ou la climatisation (conditionnement) des maisons, ainsi que pour le fonctionnement des appareils électro-ménagers (pour la conservation des denrées alimentaires et la préparation de la nourriture, par exemple). Les résultats du tableau 48 montrent que la majorité (80,6%) des ménages de petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda utilisent le charbon de bois pour la cuisson, viennent en deuxième position les ménages qui utilisent le bois (10,0%), suivis de ceux qui consomment le biogaz (4,7%) et enfin ceux qui utilisent le gaz (4,5%).

L'utilisation du bois et du charbon de bois produit des effets néfastes sur l'environnement et sur la vie des membres des ménages. Sur l'environnement, la consommation croissante de charbon de bois provoque une destruction continue des écosystèmes forestiers (Sanogo et al., 2006) et l'émission des gaz à effet de serre, ce qui peut négativement affecter le climat. Du côté sanitaire, il faut noter aussi que la poussière et les particules fines du charbon de bois peuvent irriter les voies respiratoires (Charpin et al., 2016), surtout pour les enfants et les personnes sensibles. Tout ceci implique que les ménages usagers du bois et du charbon de bois dans la région des sols de laves au Rwanda (soit 90,5%) sont exposés à ces risques sanitaires qui provoquent des effets néfastes à l'environnement pouvant même affecter leurs conditions de vie à court, à moyen et à long termes.

Tableau 48. Accès à l'énergie pour les petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.

No.	Source primaire d'énergie de cuisine	Effectif	Pourcentage
1	Bois	40	9,98
2	Charbon de bois	323	80,55
3	Biogaz	19	4,74
4	Gaz	18	4,49
5	Rien signalé	1	0,25
	Total	401	100,00

Comme signalé ci-avant, l'énergie domestique n'est pas seulement utilisée pour la cuisson, mais aussi pour l'éclairage des maisons d'habitation. Les résultats résumés dans le tableau 49 montrent que la majorité (94,8%) des ménages des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda utilise l'électricité (énergie hydroélectrique), 4,7% utilisent le biogaz, alors que 0,3% utilisent le pétrole. Les avantages de consommation d'électricité et de biogaz comme sources d'énergie pour l'éclairage de la maison d'habitation incluent la bonne santé, l'éducation améliorée (Kanagawa & Nakata, 2007 ; Quoilin, 2010) et la sécurité. En revanche, bien que son effectif ne soit pas significatif (0,3%), le ménage qui utilise le pétrole comme source d'énergie d'éclairage de sa maison, est exposé aux fumées qui sont sources des maladies pulmonaires (Charpin et al., 2016).

Tableau 49. Sources primaires d'énergie d'éclairage dans les ménages de petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.

No.	Source primaire d'énergie d'éclairage de la maison	Effectif	Pourcentage
1	Electricité	380	94,76
2	Biogaz	19	4,74
3	Pétrole	1	0,25
4	Rien signalé	20	4,99

Note : Il y a possibilité pour un enquêté d'utiliser plus d'une source d'énergie pour éclairer sa maison d'habitation.

8.6 Situation alimentaire des ménages de petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda

8.6.1 Situation alimentaire des petits exploitants agricoles

L'analyse de la situation alimentaire des ménages de petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda commence avec la détermination du Score de Consommation Alimentaire (SCA) en utilisant la formule 12. Cette analyse nous mène à avoir un SCA d'un ménage allant de 4 à 86 pour notre échantillon. A partir de ces chiffres et sur base des chiffres de référence (« *benchmarks* ») du Programme Alimentaire Mondial (« *World Food Programme* », WFP), un ménage est catégorisé en situation alimentaire pauvre si le $SCA \leq 21$, en situation alimentaire limitée si $21 < SCA \leq 35$, et en situation alimentaire acceptable si le $SCA > 35$ (WFP, 2015). Par simplification, il est possible d'en déduire deux catégories : la catégorie des ménages en situation alimentaire acceptable (si le $SCA > 35$), et la catégorie des ménages en situation alimentaire non acceptable (si le $SCA \leq 35$). Les ménages dans le premier groupe sont dans la sécurité alimentaire, alors ceux du deuxième sont dans l'insécurité alimentaire (WFP & UNICEF, 2016). Comme résultat, nous avons ainsi identifié 14 ménages en situation alimentaire pauvre, 86 ménages en situation alimentaire limitée, et 301 ménages en situation alimentaire acceptable.

Le tableau 50 décrit la distribution de nos enquêtés dans les districts selon leur situation alimentaire. Considérant que les ménages en situation alimentaire pauvre et limitée sont en insécurité alimentaire, les résultats montrent que 29 ménages enquêtés (soit 28,7%) dans le District de Burera, 12 ménages (soit 11,9%) dans le District de Musanze, 36 ménages (soit 36,0%) dans le District de Nyabihu, et 23 ménages (23,2%) dans le District de Rubavu, se trouvent dans une situation d'insécurité alimentaire. Par comparaison les districts, Nyabihu, Burera et Rubavu ont un plus grand nombre de cas d'insécurité alimentaire.

Tableau 50. Situation alimentaire des ménages de petits producteurs agricoles par District.

Situation alimentaire	District				Total
	Burera	Musanze	Nyabihu	Rubavu	
Pauvre	10	1	2	1	14
Limitée	19	11	34	22	86
Acceptable	72	89	64	76	301
Total	101	101	100	99	401
Pearson chi2(6) = 33,18				Pr = 0,00	

Note : La situation alimentaire pauvre et la situation alimentaire limitée forment ensemble le cas d'insécurité alimentaire.

Ceci est en accord avec les résultats sur la situation alimentaire et la vulnérabilité des ménages publiés par l'Institut National des Statistiques au Rwanda (NISR, 2018c) où Nyabihu et Rubavu présentent des cas plus élevés de retard de croissance des enfants (« *stunting* ») dans le pays, de 53 et de 50 pour cent, respectivement. Le test de Pearson (test chi-deux) montre que la situation alimentaire de l'exploitant agricole est significativement associée à la localisation (District) de son exploitation et de son ménage (Pearson chi2(6) = 33,2 ; p-valeur(Pr) = 0,00).

A côté de la comparaison de la situation alimentaire entre les districts, nous avons analysé la situation alimentaire des producteurs agricoles compte tenu de la culture exploitée. Les résultats de l'analyse (tableau 51) montrent que 116 sur 132 (87,9%) producteurs de pomme de terre, 21 sur 39 (53,9%) producteurs de haricot, 19 sur 24 (79,2%) producteurs de maïs, 10 sur 14 (71,4%) producteurs de sorgho, 33 sur 41 (64,7%) producteurs d'oignon rouge, 28 sur 43 (65,1%) producteurs d'oignon blanc, 33 sur 46 (71,7%) producteurs de carotte, et 39 sur 50 (78,0%) producteurs de choux se trouvent dans une situation alimentaire acceptable.

Ces résultats ne sont valables qu'à un niveau conjoncturel, étant donné que les données de cette analyse ne portent que sur une année et uniquement sur la saison 2019 B. Il aurait été intéressant, ce que n'a pas permis l'étude, d'avoir des données pour une saison culturale complète et au moins deux années afin de pouvoir apprécier de manière plus dynamique le niveau de sécurité alimentaire des petits exploitants agricoles. Cependant, il est remarquable de constater que la pomme de terre, le maïs, le chou et la carotte ont été les cultures qui ont contribué le plus

positivement à la situation alimentaire des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda dans la période d'étude. Ces résultats conduisent à nuancer les constats de la FAO (2013) selon lesquels la majorité des exploitants agricoles et des ménages qui travaillent dans des petites exploitations agricoles vivent dans une situation d'extrême pauvreté.

Tableau 51. Situation alimentaire des ménages des petits producteurs agricoles par culture.

Culture	Situation alimentaire			Total
	Pauvre	Limitée	Acceptable	
Pomme de terre	5	11	116	132
Haricot	5	13	21	39
Maïs	0	5	19	24
Blé	0	0	1	1
Pyrèthre	0	0	1	1
Sorgho	1	3	10	14
Oignon rouge	0	18	33	51
Oignon blanc	1	14	28	43
Carotte	1	12	33	46
Chou	1	10	39	50
Total	14	86	301	401
Pearson $\chi^2(18) = 41,72$			Pr = 0,00	

Note : La situation alimentaire pauvre et la situation alimentaire limitée forment ensemble le cas d'insécurité alimentaire.

L'association entre la situation alimentaire et la performance des petits exploitants agricoles a été examinée. Les résultats reportés dans le tableau 52 montrent qu'il existe une relation hautement significative entre la rentabilité et la situation alimentaire des petits exploitants agricoles.

Tableau 52. Association entre la rentabilité et la situation alimentaire des petits producteurs agricoles.

Niveau de rentabilité	Situation alimentaire			Total
	Pauvre	Limitée	Acceptable	
Producteurs moins performants	10	28	130	168
Producteurs moyennement performants	3	35	124	162
Producteurs plus performants	1	23	47	71
Total	14	86	301	401
Pearson $\chi^2(18) = 11,71$			Pr = 0,02	

Note : La situation alimentaire pauvre et la situation alimentaire limitée forment ensemble le cas d'insécurité alimentaire.

8.6.2 Effet du choix d'exploitation de la pomme de terre sur la sécurité alimentaire des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda

Étant partie intégrante du CARI, le SCA estimé dans notre cas varie de 4 à 86, avec une moyenne de 42,4. Avec l'approche CARI, les ménages ont été classés en trois groupes, 14 ménages en situation alimentaire pauvre, 86 en situation alimentaire limitée, et 301 en situation alimentaire acceptable. Pour simplifier l'analyse de l'effet de l'exploitation de la pomme de terre sur la sécurité alimentaire en utilisant la régression logistique, nous avons classé les ménages en deux catégories : ménages en sécurité alimentaire (si $SCA > 35$), et ménages en insécurité alimentaire, ces derniers regroupant les ménages en situation alimentaire pauvre et ceux en situation alimentaire limitée (si $SCA \leq 35$).

Les variables "sécurité alimentaire" et "choix d'exploitation de la pomme de terre" sont qualitatives. Il était ainsi possible d'analyser l'association entre les deux en procédant par le test chi-deux, mais cette technique n'est pas une bonne approche pour mesurer l'effet d'une variable sur l'autre. Selon Gujarati et Porter (2010), la bonne approche pour examiner l'effet d'une variable sur l'autre reste toujours la régression. De ce fait, nous avons été contraints de spécifier un modèle logit, ce qui nous a permis d'analyser l'effet conjoncturel du choix de la pomme de terre sur la situation alimentaire des exploitants agricoles.

La sélection de ce modèle a été motivée par le fait que la situation alimentaire (1=cas de sécurité alimentaire, 0=autrement), la variable dépendante, est une variable discrète binaire (voir Cameron & Trivedi, 2009). Du côté des variables indépendantes, la variable indicatrice (« *dummy variable* ») sur l'exploitation d'une culture (1=exploité, 0=non-exploité) a été introduite dans le modèle (voir tableau 53 pour le cas de la pomme de terre, et tableau 54 pour d'autres cultures). Nous avons aussi contrôlé quelques autres variables comme l'âge, le sexe, le niveau d'éducation de l'exploitant agricole, quelques facteurs institutionnels et facteurs de localisation (voir les estimations dans le tableau 53).

Nous avons inclus le niveau d'éducation (capital humain) dans le modèle pour tenir compte de son importance dans le développement agricole et rural via l'accès à l'information (FAO & UNESCO, 2010), l'accès au crédit (capital financier) du fait qu'il facilite l'accès aux ressources humaines, techniques et matérielles (Dembélé, 2001 ; Eze, 2014) et contribue à l'amélioration du bien-être et du niveau de vie (Ossandón, 2012), les facteurs institutionnels en considérant le rôle des différents acteurs dans le développement (Fontan, 2006), ainsi que les facteurs de localisation qui affectent principalement les coûts des différentes activités économiques (Weber, 1929). Avant toute estimation, nous avons testé la différence (ou la dissimilitude) entre le groupe de traitement et le groupe de comparaison (producteurs contre non producteurs de pomme de terre, producteurs contre non producteurs de maïs, et enfin producteurs contre non producteurs d'oignon, respectivement) en utilisant l'algorithme de « *coarsened exact matching, CEM* » au programme Stata (Iacus et al., 2009).

Tableau 53. Résultats de la régression logistique : effet de la production de pomme de terre sur la situation alimentaire des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.

Variables	Producteurs moins performants		Producteurs moyennement performants		Producteurs plus performants		Ensemble des producteurs agricoles	
	Coeff. (β)	exp(β)	Coeff. (β)	exp(β)	Coeff. (β)	exp(β)	Coeff. (β)	exp(β)
Pomme de terre	2,08*** (0,77)	8,01	-0,30 (0,83)	0,74	0,00 (--)	1,00	1,08** (0,41)	2,95
Age	-0,06 (0,05)	0,94	0,09 (0,09)	1,09	-0,19 (0,32)	0,83	0,02 (0,04)	1,02
Sexe	0,22 (0,60)	1,25	-1,04 (0,65)	0,35	-1,92 (1,92)	0,15	-0,44 (0,36)	0,64
Education	0,037 (0,24)	1,04	0,16 (0,19)	1,18	-0,72 (0,70)	0,49	0,07 (0,13)	1,07
Taille du ménage	-0,41** (0,20)	0,66	0,23 (0,31)	1,26	-0,93 (1,27)	0,40	-0,24* (0,14)	0,79
Expérience	0,08 (0,05)	1,08	-0,145* (0,08)	0,87	0,35 (0,23)	1,42	-0,02 (0,04)	0,98
Surface (exploitation)	0,00 (0,00)	1,00	0,001* (0,00)	1,00	0,002 (0,002)	1,00	0,00 (0,00)	1,00
Nombre de vaches	0,92*** (0,34)	2,50	0,51 (0,34)	1,66	0,75 (0,97)	2,13	0,74*** (0,20)	2,10
Rendement	0,00 (0,00)	1,00	0,00 (0,00)	1,00	0,001 (0,001)	1,00	0,00 (0,00)	1,00
Vulgarisation	- 0,93*** (0,30)	0,39	-0,58 (0,36)	0,56	1,70 (1,15)	5,48	-0,64*** (0,17)	0,53
Crédit	0,00 (0,00)	1,00	0,00 (0,00)	1,00	0,00 (0,00)	1,00	0,00* (0,00)	1,00
District	0,29 (0,40)	1,34	-0,11 (0,44)	0,90	0,29 (1,94)	1,33	0,03 (0,22)	1,03
Constante ⁵³	3,80* (2,22)	44,68	-0,30 (2,70)	0,74	-14,52 (28,09)	0,00	2,86** (1,35)	17,48
Observations ^a	153		125		32		310	
Chi-square (chi2)	54,64		33,09		8,81		61,24	
Prob > chi2	0,000		0,001		0,640		0,00	
Variables de prétraitement ^b					Oui			
L ₁ avant <i>matching</i> ^c					0,64			
L ₁ après <i>matching</i>					0,19			
Coefficients CEM					Oui			

Notes : La variable pomme de terre est discrète (égale à 1 si le producteur exploite la PdT, à 0 si autrement). *** *p*-valeur < 0.01 : effet très hautement significatif ; ** *p*-valeur < 0.05 : effet hautement significatif ; * *p*-valeur < 0.1 : effet significatif. ^a Le nombre d'observations a été ajusté par la procédure CEM : 324 (80,8 %) des observations sont appariées (« matched ») alors que 77 (19,2 %) ne le sont pas. ^b Les variables de prétraitement identifiées sont « Rendement » et « Nombre de vaches ». ^c La statistique L₁ est le niveau de déséquilibre entre les producteurs et les non-producteurs de la pomme de terre. Les chiffres entre parenthèses sont des erreurs types (« standard errors »).

Nous avons ensuite estimé le modèle logit (Wooldridge, 2013) en considérant les coefficients de pondérations CEM (« *cem_weights* ») (Iacus et al., 2009) et en

⁵³ Bien qu'il soit toujours nécessaire de l'inclure dans l'analyse, la constante n'a pas de réelle signification dans le modèle logistique.

utilisant l'estimateur du maximum de vraisemblance (EMV) (Agresti, 2018). Les résultats contenus dans le tableau 53 montrent que la contribution de la pomme de terre à l'amélioration de la situation alimentaire des ménages des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda est positive et hautement significative. Les estimations économétriques ($\exp(\beta)$ ou les « *odds-ratios* ») montrent que les producteurs de pomme de terre ont 3 fois plus de chance d'être en sécurité alimentaire que les non-producteurs de pomme de terre (si tous les autres facteurs déterminants de la sécurité alimentaire sont maintenus fixes). De plus, il a été observé que la pomme de terre a un effet positif et significatif pour les producteurs moins performants, alors que cet effet est négatif mais non significatif pour les producteurs moyennement performants, et qu'il est positif mais non significatif pour les producteurs plus performants. Parmi les producteurs les moins performants, l'« *odd ratio* » estimé implique que les producteurs de la pomme de terre ont 8 fois plus de chance que les non-producteurs de cette culture. Ceci est à rapprocher avec la recommandation de la pomme de terre comme culture de sécurité alimentaire par la FAO (Okello et al., 2017). Dans le cadre de la sécurité alimentaire, on peut ajouter que la pomme de terre est plus importante chez les producteurs agricoles moins performants que chez les deux autres catégories de producteurs. Cette situation serait expliquée par le fait qu'il n'y a aucun producteur moins performant qui exploite l'une des cultures plus performantes (à savoir l'oignon rouge et l'oignon blanc).

D'autres variables qui impactent significativement sur la sécurité alimentaire des petits exploitants agricoles sont l'accès au crédit (significatif) et le nombre de vaches (très hautement significatif) par ménage. Pour le crédit, les résultats de cette recherche montrent le rôle de l'accès au financement dans l'amélioration des conditions de vie des ménages agricoles (MINAGRI, 2018). La vache reste de grande importance car elle offre aux ménages les produits alimentaires riches en protéines (Rawlins et al., 2014) à côté de la provision du fumier, un fertilisant important et viable à prix faible (Kato et al., 2011). Pour la vulgarisation des techniques agricoles et des variétés de cultures à haut rendement, les résultats montrent que, avec un effet très hautement significatif, elle n'a aucune influence sur le choix des ménages pour les denrées alimentaires. Ceci montre que la vulgarisation n'affecte pas la qualité des aliments choisis par les ménages des petits exploitants agricoles dans la région d'étude.

Nous avons aussi procédé de la même manière que dans le cas de la pomme de terre en vue de comparer son effet avec l'effet de chacune des autres cultures. La contribution de ces cultures (notamment l'oignon, le maïs, le haricot, la carotte et le chou) sur la situation alimentaire de la communauté des petits producteurs agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda est reportée au tableau 54.

Les résultats de l'analyse montrent une contribution positive mais non significative du maïs, de la carotte et du chou à la situation alimentaire des exploitants agricoles. Cependant, l'exploitation de l'oignon et du haricot influence négativement la probabilité des exploitants agricoles d'être en sécurité alimentaire, respectivement au seuil de 10% et de 1%.

Tableau 54. Contribution des différentes cultures à la situation alimentaire de la communauté des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda.

Variables	Pour les petits producteurs d'oignon		Pour les petits producteurs de maïs		Pour les petits producteurs de haricot		Pour les petits producteurs de carotte		Pour les petits producteurs de chou	
	β	exp(β)	β	exp(β)	β	exp(β)	β	exp(β)	β	exp(β)
Culture exploitée	-0,66*	0,52	0,07	1,07	-2,05***	0,13	0,01	1,01	0,64	1,90
Age	-0,04	0,96	-0,02	0,98	-0,14***	0,87	-0,02	0,98	-0,02	0,98
Sexe	-0,21	0,81	0,14	1,15	0,21	1,23	-0,08	0,92	-0,03	0,97
Education	-0,07	0,93	0,35*	1,42	0,19	1,21	0,06	1,06	-0,01	0,99
Taille du ménage	0,11	1,12	-0,04	0,97	0,09	1,10	-0,02	0,98	0,03	1,03
Expérience	0,00	1,00	0,03	1,03	0,05	1,06	0,04	1,04	0,02	1,02
Taille de l'exploitation	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00***	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00
Nombre de vaches	0,49***	1,63	0,97***	2,64	1,34***	3,82	0,54***	1,72	0,54***	1,72
Rendement	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00
Vulgarization	0,03	1,03	-0,09	0,92	0,07	1,08	-0,04	0,97	0,00	1,00
Crédit	0,00***	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00*	1,00	0,00**	1,00
District	-0,17	0,84	-0,39	0,67	0,94	2,55	-0,38	0,68	-0,15	0,86
Constante	2,65*	14,15	-0,41	0,64	3,72**	41,07	1,35	3,84	1,27	3,57
Observations ^a	217		125		182		262		241	
Chi-square	32,49		29,32		71,28		24,73		30,88	
Prob > chi2	0,00		0,00		0,00		0,02		0,00	
Variables de prétraitement ^b	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Test d'équilibre avant <i>matching</i> (L ₁)	0,64		0,78		0,71		0,53		0,54	
Test d'équilibre après <i>matching</i> (L ₁)	0,22		0,26		0,18		0,13		0,21	
Coefficients CEM	Oui		Oui		Oui		Oui		Oui	

Notes : *** p -valeur < 0,01 : effet très hautement significatif ; ** p -valeur < 0,05 : effet hautement significatif ; * p -valeur < 0,1 : effet significatif. ^a Le nombre d'observations a été ajusté par la procédure CEM. ^b Les variables de prétraitement identifiées sont "Rendement" et "Nombre de vaches".

Cette influence négative impliquerait que la situation alimentaire d'un ménage n'est pas exclusivement liée à l'accès aux denrées alimentaires ou au niveau de revenus, mais aussi à d'autres facteurs tels que l'organisation du ménage, les préférences alimentaires, la préparation des repas, l'équilibre nutritif de

l'alimentation, le niveau de salubrité des aliments, etc. Les résultats montrent aussi que la pomme de terre et le haricot jouent un rôle prépondérant dans la sécurité alimentaire des Rwandais. La consommation annuelle de la pomme de terre estimée à 145 Kg par personne en 2017 (Rukundo, 2019) est aussi preuve de son importance dans l'alimentation des Rwandais. Il faut noter que la constante n'a pas de réelle signification dans le modèle logistique, bien qu'il ne soit pas possible de l'exclure lors de la spécification du modèle.

8.7 Conclusion partielle sur les conditions de vie des petits exploitants agricoles

Ce chapitre s'est concentré sur l'analyse des conditions de vie des ménages des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda. L'analyse des différentes affectations de la production agricole d'une exploitation montre qu'une grande partie (soit 94%) est écoulée vers les marchés (principalement vers la ville de Kigali), alors qu'une autre partie est consommée par les producteurs (autour de 6%). Après l'analyse de l'allocation de la production agricole par les producteurs dans la région des sols de laves au Rwanda, nous avons étudié les origines des produits alimentaires consommés par les ménages des fermiers, ce qui a mis en évidence que la grande partie des produits agricoles consommés dans les ménages des producteurs agricoles provient de la production. De plus, presque la totalité de l'huile, du sucre et des bonbons, et des condiments et épices consommés proviennent principalement au marché.

Les dépenses de consommation totale des ménages comprennent les dépenses alimentaires totalisant 19.987 FRW (\cong 19,7 €) par mois en moyenne (soit 14,2% des dépenses totales), les dépenses non alimentaires qui s'élèvent à 77.219 FRW \cong 76,2 € (égalent à 54,8% des dépenses totales), et les autres dépenses non alimentaires de 43.602 FRW \cong 43,0 € (équivalents à 31,0% des dépenses totales). Du côté de l'habitation, 95,2% des enquêtés habitent dans leur propre maison. Les enquêtés ont aussi confirmé que leurs maisons sont en bonne condition (toit amélioré et durable, 99,0% ; plancher amélioré et durable, 71,1%, mur amélioré, 90,5%). L'accès à l'eau est un autre indicateur du bien-être des ménages. Dans le cas de notre étude, 55,1% des ménages des exploitants des petits exploitants agricoles disposent des robinets domestiques, 97,8% accèdent aux robinets publics qui se trouvent tout proches de leurs habitations, et que 41,9% peuvent accéder à une source d'eau alternative.

De plus, 96,0% ajoutent qu'il faut payer pour avoir l'accès à l'eau. La distribution des exploitants agricoles par culture et par niveau de sécurité alimentaire montre que la pomme de terre, le maïs, le chou et la carotte sont les cultures qui ont contribué le plus à la sécurité alimentaire des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda dans la période d'étude. Les résultats de la régression logistique montrent que la pomme de terre contribue significativement à l'amélioration de la sécurité alimentaire des ménages de petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda. Les estimations économétriques montrent que les producteurs de pomme de terre ont 3 fois plus de chance que les non-producteurs de pomme de terre (si tous les autres facteurs déterminants de la sécurité alimentaire

sont maintenus fixes). Il a été constaté aussi que la situation alimentaire des ménages des petits exploitants agricoles a un lien très hautement significatif avec le niveau de profitabilité de leurs exploitations. Il faut toutefois noter que ces résultats sont valables à titre conjoncturel du fait que nous avons procédé par l'analyse transversale.

Pour améliorer les conditions de vie des petits producteurs agricoles dans la région des sols de laves, il faudrait s'efforcer d'augmenter la production agricole pour leur permettre d'augmenter la part affectée à l'autoconsommation et augmenter le revenu agricole. Ce dernier leur permettra de revoir la composition des dépenses de consommation des ménages : augmenter les dépenses non alimentaires chaque fois que des dépenses alimentaires minimales sont requises pour permettre un niveau acceptable de sécurité alimentaire. Il faudrait aussi considérer le rôle de la vache (bien que le potentiel de développement du gros bétail chez la majorité des petits exploitants agricoles semble limité par la rareté des terres affectées à cette fin) et du crédit dans les milieux ruraux, de même que de chercher à améliorer la pratique de techniques culturales des producteurs comme la rotation des cultures.

Conclusion générale et recommandations

9. Conclusion générale et recommandations

Le Rwanda est un pays pauvre situé en Afrique centrale avec une superficie de 26.338 km² et, selon des données de 2017, une population comprenant 38,2 % de pauvres, 53,2% de petits producteurs agricoles, 51,5% de jeunes, 82% de la population totale ayant moins de 40 ans, et 82% de la population totale vivant dans les milieux ruraux (NISR, 2018), avec un revenu moyen de 820 USD par habitant en 2021. Avec en moyenne 0,6 hectare par famille (NISR, 2018c), 70 % des paysans cultivent à peine de quoi se nourrir (Kadiri, 2018). Caractérisé par un climat tempéré et avec ses collines, le Rwanda connaît quatre saisons climatiques (la petite saison sèche, la petite saison de pluie, la grande saison sèche, et la grande saison de pluie) qui sont reliées à trois saisons agricoles, saison A, saison B, et saison C sur lesquelles est axée l'organisation des activités agricoles au cours de l'année.

En vue de trouver des solutions pratiques aux problèmes liés à la productivité, la rentabilité, l'efficacité des petites exploitations agricoles et au bien-être des producteurs agricoles, le gouvernement rwandais a initié en septembre 2009 un programme spécial visant l'intensification agricole, « *Crop Intensification Program (CIP)* ». L'objectif primaire de ce programme est d'accroître la protection des terres agricoles contre toute perte, d'augmenter la surface irriguée, et d'accroître l'usage des fertilisants de 14 à 45 kilos par hectare afin d'accroître la production agricole de six cultures prioritaires que sont la pomme de terre, le blé, le maïs, le riz, le haricot et le manioc. Les objectifs spécifiques de ce programme incluent entre autres la distribution de semences sélectionnées et de fertilisants modernes, la consolidation des terres et la régionalisation des cultures, la vulgarisation agricole tout-près des agriculteurs, les services post-récoltes et de stockage, le soutien à l'adoption de pratiques agricoles modernes adaptées, ainsi que l'incorporation adéquate de la protection de l'environnement dans tous les plans et activités liés au développement agricole. En vue de poursuivre le développement agricole, le Gouvernement du Rwanda a actuellement adopté différentes stratégies : les stratégies relatives à l'innovation et à la vulgarisation, à la promotion de la productivité et de la résilience, à l'accès au marché et à l'accroissement de la valeur ajoutée, et des stratégies pour l'établissement d'un environnement propice au développement agricole et à la mise en place d'institutions réactives. Bien que le Rwanda ait connu un développement agricole significatif au cours des deux dernières décennies, le rendement actuel reste inférieur au rendement potentiel, même pour les cultures prioritaires (la pomme de terre, le maïs, le riz, le blé, le manioc, et le haricot). En plus, il reste un importateur net des produits agricoles de base, pomme de terre incluse.

L'objectif global de cette recherche est de contribuer à l'usage rationnel des ressources pour accroître le revenu, la productivité et la rentabilité, et enfin l'amélioration des conditions de vie des petits exploitants de pomme de terre au Rwanda. Se fondant sur les différents enjeux liés aux exploitations agricoles et leurs moyens de couverture, cette étude a analysé la performance technique (pratiques agricoles, efficacité), la performance économique (rentabilité), la performance sociale (qualité de vie), et la performance sociétale (création de produits alimentaires en quantité et en qualité) des petites exploitations agricoles. Notre

analyse s'est focalisée sur la pomme de terre bien que ses paramètres soient comparés à ceux d'autres cultures exploitées dans la région agricole des sols de laves au Rwanda, plus spécifiquement ceux de l'oignon. Les objectifs poursuivis par notre étude sont (i) identifier les techniques agricoles effectivement pratiquées par les petits agriculteurs pour la bonne gestion de la fertilité des sols dans la région des sols de laves au Rwanda, (ii) mettre en évidence la productivité, la rentabilité et le revenu des petits producteurs de pomme de terre par rapport à d'autres cultures cultivées dans la région des sols de laves au Rwanda, (iii) montrer la contribution des exploitations de pomme de terre à la sécurité alimentaire des agriculteurs dans la région agricole des sols de laves au Rwanda. Les hypothèses opératoires de recherche stipulent que (i) L'usage approprié des intrants agricoles et des pratiques agricoles figurent parmi les principales stratégies d'amélioration de la fertilité des sols au niveau des petits producteurs de la région agricole des sols de laves au Rwanda ; (ii) Les petites exploitations de pomme de terre pourvoient aux producteurs une productivité, une rentabilité et des revenus plus intéressants que ceux des autres cultures cultivées dans la région des sols de laves au Rwanda ; (iii) L'exploitation de la pomme de terre joue un rôle prépondérant dans la sécurité alimentaire des petits fermiers par rapport à d'autres cultures exploitées dans la région agricole des sols de laves au Rwanda. La production alimentaire a été signalée comme étant la principale source des produits alimentaires consommés par les ménages agricoles. De plus, le rôle de la vache dans la sécurité alimentaire des producteurs agricole a été souligné.

Pour bien comprendre les exploitations agricoles, un exposé sur les concepts et les théories y relatifs a été présenté. Cette présentation porte d'abord sur la théorie de production pour décrire la prise des décisions par le producteur dans un environnement qui ignore les évolutions dans le temps et expliquer le rôle de la nature (la terre) dans la création des richesses. Ensuite, la présentation aborde la théorie du comportement adaptatif pour appréhender la dynamique de comportement des exploitants agricoles. Ces théories sont complétées par la théorie de l'utilité espérée et celle des perspectives pour bien déchiffrer les motivations des efforts fournis par les fermiers dans la production des biens agricoles.

A côté de ces théories, nous avons défini les concepts afférents aux exploitations agricoles tels que ceux de filière, chaîne de valeur, branche, secteur économique, en décrivant leurs formes et caractéristiques. Nous avons aussi énoncé leurs modes d'organisation productive, les différentes phases d'une exploitation agricole familiale, et les situations diverses d'exercice de l'activité agricole d'une personne physique.

En vue de poursuivre les objectifs de cette étude, nous avons utilisé des données qualitatives et quantitatives. Au cours de la collecte des données pour la saison culturales 2019B, l'enquête documentaire, le questionnaire d'enquête et l'entretien ont été utilisés. Nous avons utilisé les données primaires collectées sur l'identification des agriculteurs, les conditions d'habitat, l'accès aux actifs productifs, les perceptions des petits exploitants agricoles sur les techniques agricoles actuellement mises en place pour la bonne gestion de la fertilité des sols,

les techniques effectivement pratiquées par les exploitants agricoles, l'accès et le coût des intrants, la surface des terres cultivées, la production, l'accès au marché et le prix de vente. Nous avons également évalué la consommation du ménage au cours de la semaine précédant le jour de l'enquête, et déterminé les stratégies des ménages pour pallier les crises alimentaires.

Un échantillon aléatoire de 401 petits producteurs agricoles (dont 132 producteurs de pomme de terre, 39 producteurs de haricot, 14 producteurs de sorgho, 51 producteurs d'oignon rouge, 43 producteurs d'oignon blanc, 50 producteurs de choux, 46 de carottes, 1 pour le blé et 1 pour le pyrèthre) a été sélectionné dans la région des sols de laves au Rwanda.

Avant la collecte des données, nous avons conduit une enquête préliminaire qui visait la prise de connaissance du terrain, l'ajustement et la validation du questionnaire d'enquête et les méthodes d'analyse des données. Par la suite, nous avons procédé à une enquête par questionnaire pour collecter les données quantitatives et qualitatives en rapport avec l'activité agricole pour la saison culturale 2019B seulement sur la culture principale exploitée, ainsi que la consommation du ménage au cours de la semaine précédant le jour de l'enquête.

Les données collectées ont été utilisées pour comparer la productivité, l'efficacité et la rentabilité entre les différentes cultures, et entre les trois catégories d'exploitants agricoles (les producteurs moins performants, les producteurs moyennement performants, et les producteurs plus performants) dans la région agricole des sols de laves au Rwanda. Pour une culture donnée, nous avons évalué la variabilité de production, d'efficacité et de rentabilité, parce que les réponses à apporter en termes d'amélioration de ces facteurs ne sont pas les mêmes selon qu'on s'adresse notamment à l'une des trois catégories des petits producteurs. Au départ, nous avons pris comme référence l'étude de Mugabe et al., réalisée en 2009 qui propose une analyse de rentabilité de différentes cultures au Rwanda et qui a manifestement nourri la mise en place du « *Crop Intensification Program* ». Notre objectif principal est ainsi d'actualiser (10 ans plus tard) les données de cette étude et montrer si les résultats obtenus sont toujours valables, plus spécifiquement dans la région agricole des sols de laves.

Dans l'analyse des données, des statistiques descriptives ont été utilisées pour mettre en évidence les stratégies des petits producteurs en rapport avec la gestion de la fertilité des terres, aussi bien pour les exploitations de pomme de terre que pour d'autres cultures. L'analyse économétrique a été utilisée en vue d'identifier les déterminants de l'efficacité économique et examiner l'effet de la pomme de terre sur la sécurité alimentaire. À côté de l'analyse corrélationnelle, la courbe « *lowess* » et la régression linéaire locale ont été utilisées pour tester si la relation entre deux variables reste linéaire. L'analyse avantage-coût a été utilisée pour estimer la profitabilité des petites exploitations agricoles. Cette analyse a été complétée par la méthode budgétaire qui a facilité le calcul du Produit total (PT), de la Marge Brute (« *Gross Margin* »), du Revenu Agricole Net (« *Net Farm Income* »), la marge brute (MB), et le Ratio avantage-coût (RAC). Nous avons aussi calculé la valeur ajoutée (VA), l'indicateur de rentabilité qui est le plus recommandé dans l'agriculture comparative. De plus, en guise de comparaison du revenu, de la profitabilité entre

les exploitants et non-exploitants de pomme de terre, le test t de Student pour échantillons indépendants a été utilisé.

Dans la région des sols de laves au Rwanda, nous avons analysé, au niveau des petits producteurs agricoles, la pratique et leur perception concernant des techniques agricoles (Chapitre 5). Les résultats montrent que la motivation des agriculteurs à adopter de nouvelles technologies comprend l'amélioration de la productivité, l'augmentation et la stabilisation des revenus agricoles et la réduction de la pauvreté. Les techniques agricoles les plus privilégiées par les petits producteurs agricoles dans la zone d'étude sont notamment l'adoption de variétés de semences à haut rendement et l'association de l'agriculture et de l'élevage (entre autres), ce qui nous a amené à confirmer que les agriculteurs orientent leur choix vers des techniques agricoles à fort potentiel d'augmentation du rendement et d'amélioration de leur niveau de bien-être. En revanche, la jachère fait partie des techniques agricoles les moins utilisées, ce qui met l'accent sur la rareté des terres ainsi que sur la pression sur les terres avec des effets néfastes sur l'environnement. Ces résultats nous ont conduit à vérifier et confirmer la première hypothèse qui suppose que l'usage approprié des intrants agricoles et des pratiques agricoles appropriées figurent parmi les principales stratégies d'amélioration de la fertilité et de la productivité des sols parmi les petits producteurs de la région agricole des sols de laves au Rwanda. En plus de cela, les enjeux auxquels font face les petits producteurs agricoles (pluies destructives, maladies des cultures, pluies irrégulières, ravageurs des cultures, problème de disponibilité des fertilisants, perte de fertilité du sol, prix des fertilisants élevés, animaux errants, manque de semences de qualité, prix de vente faible, érosion, glissement des terres, sécheresse, et inondation) traduisent les risques liés à leur activité quotidienne.

Nous avons estimé la productivité agricole et analysé l'efficacité économique des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda (Chapitre 6). Selon les données de notre enquête (octobre-décembre 2019), le rendement à l'hectare s'élève à 8.173 kilos de pomme de terre, 2.927 kilos de haricot, 3.108 kilos de maïs, 1.154 kilos de blé, 1.665 kilos de sorgho, 17.753 kilos d'oignon blanc, 17.140 kilos d'oignon rouge, 16.491 kilos de carottes, 15.725 kilos de choux, 750 kilos de pyrèthre, avec une moyenne de 11.160 kilos. Par rapport à l'année 2009, les résultats de notre analyse montrent que le rendement de la pomme de terre en 2019 est nettement inférieur au rendement réalisé en 2009 dans la région des sols de laves au Rwanda ; bien que nous ayons comparé la production moyenne de deux saisons (A et B) pour 2009 à celle d'une seule saison (B) en 2019. Cet écart serait expliqué par la variabilité du rendement dans différents secteurs et districts, ainsi que par le caractère de nos données : nous avons échantillonné quelques villages dans la région d'étude, ce qui fait que notre moyenne ne peut être représentative de la moyenne de la région. Pour le haricot, le rendement de 2019 est très hautement significativement supérieur au rendement de 2009 ; pour le sorgho, la différence n'est pas statistiquement significative, alors que pour le maïs, le rendement en 2019 est très hautement significativement supérieur à celui réalisé en 2009 dans la région des sols de laves au Rwanda. Les informations sur la rentabilité pour certaines cultures, y

compris l'oignon, ne sont pas disponibles en 2009 pour permettre la comparaison avec l'année 2019.

Nous avons ensuite conduit une analyse de corrélation pour identifier les variables qui sont associées significativement au rendement. Les résultats de cette analyse révèlent que les principaux déterminants de la productivité des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda sont le dithane, l'urée, le NPK, la surface de la terre exploitée, et le nombre de vaches élevées dans le ménage de l'exploitant. Les résultats de la courbe « *lowess* » montrent que la relation entre les variables en paires est soit positive ou négative et que sa fonction peut prendre soit une forme linéaire, ou une forme non-linéaire. L'analyse de l'efficacité économique a montré que ses déterminants sont la performance, l'adhésion à la coopérative, l'accès au crédit, l'accès au marché, l'accès aux services de vulgarisation, l'adoption des variétés à haut rendement, la rotation des cultures, la localisation de la ferme, et la culture choisie. Par ailleurs, il est probable que les résultats de l'analyse auraient été plus représentatifs si nous avions pu utiliser une approche autre que l'analyse des données transversales, soit une analyse en séries chronologiques (analyse longitudinale).

L'exploitation agricole a plus de sens si elle permet aux exploitants d'améliorer leurs conditions de vie. Une production et un rendement croissants pour avoir des revenus croissants et stables constituent une condition préalable. Il en résulte que la rentabilité des exploitations agricoles reste une exigence (Chapitre 7). Nous avons analysé la rentabilité des différentes cultures en utilisant la technique budgétaire et l'analyse avantages-coûts. L'analyse de la rentabilité des différentes cultures exploitées dans la région des sols de laves au Rwanda nous a conduit à confirmer qu'elles sont rentables étant donné que la VA, la MB et le RN sont positifs, et que le RAC de chacune d'elles est supérieur à 1, bien que le niveau de profitabilité ne soit pas le même pour toutes les cultures.

Il a été remarqué que le niveau de rentabilité de la pomme de terre est plus faible que celui d'autres cultures, notamment l'oignon rouge, le chou, la carotte, l'oignon blanc, le haricot, le sorgho et le pyrèthre. L'analyse a aussi montré que la rentabilité reste très sensible au choc de l'offre et à l'augmentation du coût de production et a révélé que les effets du choc de l'offre sont plus grands que ceux de l'augmentation des coûts. Comparés avec l'année 2009, les résultats de notre recherche (en 2019) montrent que les exploitations de la pomme de terre, du haricot, du sorgho et du maïs dans la région des sols de laves au Rwanda sont toujours rentables, alors que les informations sur la rentabilité d'autres cultures faisant l'objet de notre étude y compris l'oignon (rouge, et/ou blanc) ne sont pas disponibles dans la « *baseline* ». De même que pour les calculs sur base des prix courants de 2019, les résultats de notre étude montrent que la production de la pomme de terre serait toujours rentable pour les calculs, sur base des prix constants de 2009. En complément de l'analyse de rentabilité, les recherches récentes sur l'analyse de coût en ressources internes (CRI) montrent que le Rwanda a un avantage comparatif dans la production de la pomme de terre, du café, du haricot vert, du soja, du maïs et du manioc. Sur ce point, la situation s'est améliorée en 2016 par rapport à 2012 suite à l'augmentation de la

production et une variation positive des prix. Les gains de compétitivité du Rwanda ont été appuyés par ses procédures et institutions de certification.

À côté de l'analyse de rentabilité, notre analyse a mis en évidence que le revenu agricole est positivement corrélé avec la taille de l'exploitation, l'expérience de l'exploitant, le montant du crédit, et le rendement. Par conséquent, il faudrait considérer ces facteurs si l'on vise l'amélioration de la rentabilité des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda. Les résultats des chapitres 6 et 7 ont permis de vérifier et rejeter la deuxième hypothèse qui présume que les petites exploitations de pomme de terre pourvoient aux producteurs des niveaux de productivité, d'efficacité et de rentabilité plus intéressants que ceux issus des autres cultures cultivées dans la région des sols de laves au Rwanda.

De l'analyse de variabilité du rendement entre les producteurs agricoles suivant leur niveau de performance, il ressort que le rendement croît avec l'augmentation de la superficie moyenne cultivée pour toutes les cultures, excepté le maïs, le blé et le pyrèthre. Il a été remarqué que la variabilité de la superficie moyenne cultivée pour le maïs n'est pas significative entre les trois catégories de producteurs. Dans la même ligne d'idée, nous avons remarqué que, en moyenne, le coût de production croît avec l'augmentation du niveau de performance des producteurs. Mais pour la carotte et le maïs, ce sont les producteurs les moins performants qui font face à un coût de production plus élevé. Concernant la variabilité du revenu agricole net, l'analyse montre qu'il augmente avec le niveau de rentabilité, avec une variabilité très hautement significative pour toutes les cultures, excepté le blé et le pyrèthre pour lesquels un seul producteur a été inclus dans notre analyse.

En supplément de ce qui précède, une analyse de la structure des coûts a été opérée. Les résultats nous conduisent à observer que les producteurs les moins performants exploitent des terres marginales, du fait qu'ils affectent 32% de leurs coûts de production à l'acquisition des engrais (chimiques et organiques) contre 26% et 25% respectivement pour les producteurs moyennement performants et les producteurs plus performants. De plus, suivant les dépenses pour l'acquisition des pesticides, il apparaît que les producteurs les plus performants se consacrent davantage à la lutte contre les maladies des cultures, surtout les maladies fongiques qui sont parmi les principales menaces dans la région des sols de laves au Rwanda.

L'analyse des conditions de vie des ménages de petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda (Chapitre 8) montre qu'une grande partie (soit 94%) est écoulee vers les marchés (principalement vers la ville de Kigali), alors qu'une autre partie est consommée par les producteurs (autour de 6%). Les dépenses de consommation totale des ménages comprennent les dépenses alimentaires mensuelles totalisant 19.987 FRW (\cong 19,7 €) en moyenne (soit 14% des dépenses totales), les dépenses non alimentaires qui s'élèvent à 77.219 FRW \cong 76,2 € (soit 55% des dépenses totales), et les autres dépenses non alimentaires de 43.602 FRW \cong 43,0 € (équivalent à 31% des dépenses totales). En ce qui concerne l'habitation, 95% des enquêtés habitent dans leur propre maison. Les enquêtés ont aussi confirmé que leur maison est en bon état (toit amélioré et durable, 99% ; plancher amélioré et durable, 71%, mur amélioré, 91%). L'accès à l'eau est un autre indicateur du bien-

être des ménages. Dans le cas de notre étude, 55% des ménages des petits exploitants agricoles disposent de robinets domestiques, 98% accèdent aux robinets publics qui sont situés tout proches de leur habitation, et que 42% peuvent accéder à une source d'eau alternative. Les résultats de la régression logistique montrent que la pomme de terre contribue significativement à l'amélioration de la situation alimentaire des ménages des petits exploitants agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda. Les estimations économétriques montrent que les producteurs de pomme de terre ont 3 fois plus de chance d'être en sécurité alimentaire que les non-producteurs de pomme de terre (si tous les autres facteurs déterminants de la sécurité alimentaire sont maintenus fixes). Ces résultats nous ont permis de vérifier et confirmer la troisième hypothèse selon laquelle l'exploitation de la pomme de terre joue un rôle prépondérant dans la sécurité alimentaire des petits fermiers par rapport à d'autres cultures exploitées dans la région agricole des sols de laves au Rwanda.

Sur base des résultats de l'analyse et au regard de nos objectifs, nous formulons les recommandations suivantes :

- (1) L'intensification agricole doit viser à mieux utiliser les intrants (engrais chimiques et organiques, pesticides, semences améliorées). Il s'agira notamment d'utiliser des intrants de qualité, appliqués au meilleur moment, en quantités requises et adaptées, pour chaque culture, au niveau de fertilité des sols. De manière plus globale, il y a lieu de diffuser les pratiques agricoles les mieux adaptées aux pentes des terres arables, et aux petites parcelles.
- (2) Toujours dans le souci d'un développement agricole durable, il faudrait revoir l'intervention des différents acteurs qui assistent les exploitants agricoles, principalement en vue de favoriser une gestion plus viable des différentes ressources dont disposent les producteurs agricoles, ce qui devrait permettre de renforcer l'avantage comparatif des cultures pratiquées au Rwanda.
- (3) Pour améliorer les conditions de vie des petits producteurs agricoles, il faudrait s'efforcer d'augmenter la production agricole et connecter les exploitants agricoles au marché pour leur permettre d'augmenter le revenu des ménages et leur consommation. Etant donné que l'élevage fournit des produits alimentaires riches en protéine, notamment le lait et la viande, et qu'il contribue à la production d'engrais organiques, le renforcement de sa complémentarité avec l'agriculture permettrait d'améliorer à la fois la production végétale et la sécurité alimentaire. Il faudrait aussi davantage favoriser le recours à des pratiques culturelles adaptées, telles que la rotation, de façon à accroître le rendement de chaque culture, permettant d'augmenter leur contribution à la sécurité alimentaire et au revenu agricole.
- (4) A long et à moyen termes, il faut adopter des stratégies qui renforceraient le développement agricole, surtout à travers l'augmentation de la valeur des produits agricoles. Par conséquent, ceci permettrait la création d'emplois et de revenus en post-récolte : contrôle qualité, transformation, transport, conservation, commercialisation, ainsi qu'une meilleure valorisation des sous-produits.

Du côté de pistes de recherche ultérieure proposées, l'attention mériterait d'être portée sur les éléments suivants :

- (5) Les recherches qui utilisent les approches méthodologiques différentes, telles que l'analyse des données longitudinales ou de panel, analyse des séries temporelles, ou analyse de la chaîne de valeur, et qui couvrent la grande partie ou la totalité du territoire national, pourraient conduire à des résultats plus fiables.
- (6) Il y aurait également lieu d'approfondir l'analyse des causes de la trop grande faiblesse du rendement des cultures par rapport à leur rendement potentiel et proposer les stratégies permettant de pallier ce problème.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Abdu, Z., Makama, S. A., & Mikaâ, K. I. (2015). Resource use efficiency in small scale cowpea production system in Dawakin kudu local government area, Kano state, Nigeria. *Journal of Agriculture and Sustainability*, 8(2), 69-82.
- Aboua, C. (2016). *Efficience des ressources et efficacité économique des fermes piscicoles au sud-est de la Côte d'Ivoire*. Papier soumis pour présentation à la 5ieme Conférence Internationale de l'Association Africaine des Economiste Agricoles (AAAE), 23-26 septembre 2016, Addis Abeba, Ethiopie.
- AfDB & OECD. (2006). *African Economic Outlook* (5th edition). Paris : Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) and African Development Bank (AfDB). Disponible en ligne : <https://doi.org/10.1787/aeo-2006-en>
- AfDB. (2016). *Land tenure regularization in Rwanda : Good practices in land reform*. Abidjan : African Development Bank (AfDB).
- Affilé, B., & Gentil, C. (2010). *Les grandes questions de l'économie contemporaine*. Paris : L'étudiant.
- AFSR. (2007). *Fiche technique de production des semences certifiées : pomme de terre* [Technical guide for the production of certified potato seedlings]. Kigali : AFSR (Appui à la Filière Semencière au Rwanda).
- Agresti, A. (2018). *An introduction to categorical data analysis* (Vol. 656). John Wiley & Sons.
- Agrimonde (2010). *Scénarios et défis pour nourrir le monde en 2050*. Paris : Editions Quae.
- Ahmed, M. A., & Abdelkader, M. A. (2020). Enhancing Growth, Yield Components and Chemical Constituents of Chilli (*Capsicum annum* L.) Plants by Using Different NPK Fertilization Levels and Nano-Micronutrients Rates. *Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 6(2), 17-29.
- Akram-Lodhi, A. H. (2007). Land reform, rural social relations and the peasantry. *Journal of Agrarian Change*, 7(4), 554-562.
- Albouchi, L., Bachta, M. S., & Jacquet, F. (2005). Estimation et décomposition de l'efficacité économique des zones irriguées pour mieux gérer les inefficacités existantes. In M. S. Bachta (Ed.), *Les instruments économiques et la modernisation des périmètres irrigués* (pp. 1-19). Kairouan (Tunisie) : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD).
- Alegre, J. C., & Rao, M. R. (1996). Soil and water conservation by contour hedging in the humid tropics of Peru. *Agriculture, ecosystems & environment*, 57(1), 17-25.
- Ali, D. A., & Deininger, K. (2014). *Is there a farm-size productivity relationship in African agriculture ? Evidence from Rwanda*. Washington, D. C. : The World Bank.
- Ali, D. A., Deininger, K., & Ronchi, L. (2019). Costs and benefits of land fragmentation : evidence from Rwanda. *The world Bank Economic Review*, 33(3), 750-771.

- Alinda, F., & Abbott, P. (2012). *Agricultural policy and institutional framework for transformation of agriculture, economic development and poverty reduction in Rwanda*. Kigali : Institute of Policy Analysis and Research-Rwanda.
- Allendorf, K. (2007). Do women's land rights promote empowerment and child health in Nepal? *World Development*, 35(11), 1975-1988.
- Alley, M. M., & Vanlauwe, B. (2009). *The role of fertilizers in integrated plant nutrient management*. Paris : International Fertilizer Industry Association.
- Altieri, M. A. (2009). Agroecology, small farms, and food sovereignty. *Monthly Review*, 61(3), 102-113.
- Altieri, M. A. (2018). *Agroecology : the science of sustainable agriculture*. Boca Raton (Florida, US) : CRC Press.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2003). Soil fertility management and insect pests : harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil and Tillage Research*, 72(2), 203-211.
- Amoussouhoui, R., Arouna, A., & Diagne, A. (2012). *Analyse de l'efficacité économique des producteurs des semences du riz face à la problématique de la sécurité alimentaire : cas du Bénin*. Cotonou : Centre du Riz pour l'Afrique (AfricaRice).
- Amujoyegbe, B. J., Opabode, J. T., & Olayinka, A. (2007). Effect of organic and inorganic fertilizer on yield and chlorophyll content of maize (*Zea mays* L.) and sorghum *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *African Journal of Biotechnology*, 6(16), 1869-1873.
- André, C. (1997). Terre rwandaise, accès, politique et réformes foncières. *L'Afrique des Grands Lacs : Annuaire, 1998*, 141-173.
- Angelsen, A., Larsen, H. O., & Lund, J. F. (2011). *Measuring livelihoods and environmental dependence : Methods for research and fieldwork*. Rio de Janeiro : The Center for International Forestry Research (CIFOR).
- Angima, S. D., Stott, D. E., O'Neill, M. K., Ong, C. K., & Weesies, G. A. (2002). Use of calliandra -Napier grass contour hedges to control erosion in central Kenya. *Agriculture, ecosystems & environment*, 91(1-3), 15-23.
- Ansoms, A., Verdoodt, A., & van Ranst, E. (2008). *The inverse relationship between farm size and productivity in rural Rwanda* (Discussion Paper 2008.9). Antwerp : Institute of Development Policy and Management, University of Antwerp.
- ARC. (2013). *Production guideline for winter vegetables*. Pretoria : Agricultural Research Council (ARC).
- Arindam, L., & Kuri, P. K. (2011). Measurement of allocative efficiency in agriculture and its determinants : evidence from rural West Bengal, India. *International Journal of Agricultural Research*, 6(5), 377-388.
- Armah, E. K. (2018). *Productivity and Resource-Use-Efficiency of Cashew Production in Ghana* (Doctoral dissertation, University of Ghana).
- Ashraf, M., Routray, J. K., & Saeed, M. (2014). Determinants of farmers' choice of coping and adaptation measures to the drought hazard in northwest Balochistan, Pakistan. *Natural hazards*, 73(3), 1451-1473.

- Asodina, F. A., Adams, F., Nimoh, F., Wongnaa, C. A., Aidoo, R., & Ohene-Yankyera, K. (2021). Improving Soya Bean Productivity for Poverty Alleviation and Food Security in Upper West Region of Ghana : A Resource Use Efficiency Analysis. *Caraka Tani : Journal of Sustainable Agriculture*, 36(1), 175-187.
- Asuero, A. G., Sayago, A., & González, A. G. (2006). The correlation coefficient : an overview. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 36, 41-59.
- Aubertot, J. N., Barbier, J. M., Carpentier, A., Gril, J. J., Guichard, L., Lucas, P., Savary, S., Savini, I., & Voltz, M. (2005). *Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux*. Paris : Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE).
- Aubry, P., & Gaüzère, B. A. (2012). Les maladies liées à l'eau. *Médecine tropicale*, 2012.
- Augstburger, H., Käser, F., & Rist, S. (2019). Assessing food systems and their impact on common pool resources and resilience. *Land*, 8(4), 71.
- AVSF. (2014). *Agriculture familiale et paysanne* (Dossier média). Lyon : Agronomes et vétérinaires sans frontières (AVSF).
- Balland, S., & Bouvier, A.-M. (2008). *Management des entreprises en 24 fiches*. Paris : Dunod.
- Banque Africaine de Développement (BAD) (2013). *Développement et financement des chaînes de valeur agricoles (FCVA) pour l'amélioration de la compétitivité des exportations*. Tunis : Banque Africaine de Développement.
- Bardhan, P. (1996). Research on poverty and development twenty years after redistribution with growth. In Bruno, M., & Pleskovic, B. (Eds.), *Annual World Bank Conference on Development Economics 1995* (pp. 59-72). Washington, DC : World Bank.
- Barker, A. (2000). *La pomme de terre : Plus de 150 recettes de plats et de salades*. Genève : Manisse (les Editions Minerva).
- Barkley, A., & Barkley, P. W. (2013). *Principles of Agricultural Economics*. London and New York : Routledge.
- Barrett, C. (2008). Smallholder market participation : concepts and evidence from eastern and southern Africa. *Food Policy*, 33(4), 299-317.
- Baudry, B. (2003). *L'économie de la firme*. Paris : Editions La Découverte.
- Beghin, J. C. (2000). Competitiveness and protection of Chinese agriculture. *Iowa Agricultural Review*, 6(4), 9-10.
- Bekele, W., & Drake, L. (2003). Soil and water conservation decision behavior of subsistence farmers in the Eastern Highlands of Ethiopia : a case study of the Hunde-Lafto area. *Ecological economics*, 46(3), 437-451.
- Bekunda, M. (1999). *Farmers' responses to soil fertility decline in banana-based cropping systems of Uganda*. IIED-Drylands Programme.
- Bélières, J.-F., Bonnal, P., Bosc, P.-M., Losch, B., Marzin, J., & Sourisseau, J.-M. (2013). *Les agricultures familiales du monde. Définitions, contributions et politiques publiques*. Montpellier, Paris : CIRAD, AFD.
- Bencharif, A., & Rastoin, J. L. (2007). *Concepts et Méthodes de l'Analyse de Filières Agroalimentaires : Application par la Chaîne Globale de Valeur au cas des Blés en Algérie*. Alger : Unité Mixte De Recherche Moisa.

- Béraud, A., & Faccarello, G. (Souls la Direction de) (1992). *Nouvelle histoire de la pensée économique, Tome 1 : Des scholastiques aux classiques*. Paris : Editions La Découverte.
- Bernard, P. (2000). *La décision dans l'incertain : préférences, utilité et probabilités*. Lyon : Institut de Sciences Financières et d'Assurances (ISFA).
- Bessaoud, O. (2005). Les organisations rurales au Maghreb : un essai d'évaluation de leur rôle dans le développement agricole et rural. *Economie Rurale*, 303, 8-21.
- Bindelle, J., & Buldgen, A. (2004). Utilisation des plantes à tubercules ou à racines tubéreuses en alimentation animale. *Troupeaux et Cultures des Tropiques*, 4, 47-50.
- Bizoza, A. R. (2011). *Farmers, institutions and land conservation : institutional economic analysis of bench terraces in the highlands of Rwanda*. PhD thesis, Wageningen University, The Netherlands.
- Blackwell, M., Iacus, S., King, G., & Porro, G. (2009). Cem : Coarsened exact matching in Stata. *The Stata Journal*, 9(4), 524-546.
- Blanchemanche, S., Laurent, C., Mouriaux, M.-F., & Peskine, E. (2000). Multifonctionnalité de l'agriculture et status d'activité. *Economie rurale*, 260, 41-51.
- Bonabana-Wabbi, J. (2002). *Assessing Factors Affecting Adoption of Agricultural Technologies : The Case of Integrated Pest Management (IPM) in Kumi District, Eastern Uganda*. Master thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Boughalmi, A., & Araba, A. (2014). Chaîne de valeur de la filière viande ovine : Cas du Moyen Atlas Oriental, Maroc. *Small ruminant local breeds and sustainable regional development : the challenges in the Meiterranean area, experiences form the DOMESTIC project*, Final seminar, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Morocco, 16-17 December 2014.
- Bouquiaux, J. M., Vanorlé, L., Daniel, R., Buron, M. H., & Delille, N. (2009). Performances et rentabilité en agriculture wallonne. *Les livrets de l'agriculture*, (18).
- Bourbonnais, R. (2005). *Econométrie : Manuel et exercices corrigés*. Paris : Dunod.
- Brossier, J., Marshall, E., Chia, E., & Petit, M. (2002). *Gestion de l'exploitation agricole familiale. Eléments théoriques et méthodologiques* (Nouvelle édition). Dijon : Editions Educagri, Enesad-Cnerta.
- Bruil, J. (Ed.) (2014). *Vers une agriculture familiale plus forte : Points de vue au cœur de l'année internationale de l'agriculture familiale*. Rome : Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation.
- Bublot, G. (1965). *Exploitation agricole. Economie-Gestion-Analyse*. Louvain, Belgique : Editions Nauwelaerts.
- Bublot, G. (1974). *Economie de la production agricole*. Louvain, Belgique : Vander Editeur.
- Butault, J. P. (2006). La baisse de revenus et l'essoufflement de la productivité dans l'agriculture française depuis 1998. *INRA Sciences sociales*, No. 2, juin 2006 (910-2016-71766), 1-8.

- Byiringiro, F., & Reardon, T. (1996). Farm productivity in Rwanda : effects of farm size, erosion, and soil conservation investments. *Agricultural Economics*, 15(2), 127-136.
- Cacuci, D. N. (2003). *Sensitivity and uncertainty analysis : theory* (Vol. 1). Boca Raton, etc. : Chapman & Hall / CRC.
- Calzadilla, A., Zhu, T., Rehdanz, K., Tol, R. S., & Ringler, C. (2013). Economywide impacts of climate change on agriculture in Sub-Saharan Africa. *Ecological Economics*, 93, 150–165.
- Camara, Y., Staatz, J. M., & Crawford, E. W. (2001). *Comparing the profitability of cassava-based production systems in three West African countries : Cote D'Ivoire, Ghana and Nigeria* (No. 1099-2016-89328).
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (2009). *Microeconometrics using stata*. Texas : Stata Press.
- Cantore, N. (2011). *The crop intensification program in Rwanda : A sustainability analysis*. London : Overseas Development Institute.
- Carles, R. (2004). *Comptes et résultats de l'entreprise agricole* (1^e édition). Paris : Editions France Agricole.
- Carvalho, F. P. (2006). Agriculture, pesticides, food security and food safety. *Environmental science & policy*, 9(7-8), 685-692.
- CEA. (2012). *Intégration régionale en Afrique de l'Ouest : des chaines de valeur agricoles régionales pour intégrer et transformer le secteur agricole* (Rapport ECA-WA/BOOK/2012/02). Niamey : Commission Economique des Nations Unies pour l'Afrique (CEA), Bureau Sous-Régional pour l'Afrique de l'Ouest (CEA/BSRAO).
- Cervantes-Godoy, D., & Dewbre, J. (2010). *Importance économique de l'agriculture dans la lutte contre la pauvreté*. Food, Agriculture and Fisheries Working Papers No. 23. Paris : Editions OECD.
- Challa, M. (2013). *Determining Factors and Impacts of Modern Agricultural Technology Adoption in West Wollega*. Munich : GRIN Publishing GmbH. Disponible en ligne : <http://www.grin.com/en/e-book/280336/determining-factors-and-impacts-of-modern-agricultural-technology-adoption>.
- Charpin, D., Pairon, J. C., Annesi-Maesano, I., Caillaud, D., Blay, F., Dixsaut, G., Housset, B., Meurice, J.-C., Roussel, I., Zmirou, Delaval, P., & Dalphin, J.-C. (2016). *La pollution atmosphérique et ses effets sur la santé respiratoire*. Document d'experts du groupe pathologies pulmonaires professionnelles environnementales et iatrogéniques (PAPPEI) de la Société de pneumologie de langue française (SPLF).
- Charroin, T., Veysset, P., Devienne, S., Fromont, J. L., Palazon, R., & Ferrand, M. (2012). Productivité du travail et économie en élevages d'herbivores : définition des concepts, analyse et enjeux. *INRA Productions Animales*, 25(2), 193-210.
- Chebil, A., Bahri, W., & Frija, A. (2013). Mesure et déterminants de l'efficacité d'usage de l'eau d'irrigation dans la production du blé dur : cas de Chabika (Tunisie). *New Medit*, 12(1), 49-55.
- Chetaille, A., Duffau, A., Horréard, G., Lagandré, D., Oggeri, B., Rozenkopf, I. (2011). *Gestion des risques agricoles par les petits producteurs. Focus sur*

- l'assurance récolte indicielle et le warrantage* (Document de travail No. 113). Paris : Agence Française de Développement (AFD).
- Chia, E. (1987). *Les pratiques de trésorerie des agriculteurs. La gestion en quête d'une théorie*. Thèse de Doctorat en Sciences économiques et de gestion, Université de Dijon, Dijon, France.
- Chia, E., Petit, M., & Brossier, J. (2014). Théorie du comportement adaptatif et agriculture familiale. In Gasselin, P., Choisis, J.-P., Petit, S., & Pursegile, F. (Eds.), *L'agriculture en famille : travailler, réinventer, transmettre*. Paris : edp sciences.
- Chiffolleau, Y., Millet-Amrani, S., & Canard, A. (2016). From short food supply chains to sustainable agriculture in urban food systems : food democracy as a vector of transition. *Agriculture*, 6(4), 57.
- Chitra, G. A., Muraleedharan, V. R., Swaminathan, T., & Veeraraghavan, D. (2006). Use of pesticides and its impact on health of farmers in South India. *International journal of occupational and environmental health*, 12(3), 228-233.
- Chogou, S. K., Gandonou, E., & Fiogbe, N. (2017). Mesure de l'efficacité technique des petits producteurs d'ananas au Bénin. *Cahiers Agricultures*, 26(25004), 1-6.
- Choukou, M. M., Zannou, A., Biaou, G., & Ahohuendo, B. (2017). Analyse de l'efficacité économique d'allocation des ressources dans la production du maïs au Kanem – Tchad. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 5(2), 200-209.
- Chukwuka, K. S. (2009). Soil fertility restoration techniques in sub-Saharan Africa using organic resources. *African Journal of Agricultural Research*, 4(3), 144-150.
- CIDSE. (2012). *Agriculture : du Problème à la Solution - Garantir le Droit à l'Alimentation dans un Monde de Contraintes Climatiques*. Bruxelles : Coopération Internationale pour le Développement et la Solidarité (CIDSE).
- Cipolla, C. M. (1961). Sources d'énergie et histoire de l'humanité. *Annales : Histoire, Sciences Sociales*, 16(3), 521-534.
- CIRAD. (2013). *Les agricultures familiales du monde : Définitions, contributions et politiques publiques*. Montpellier : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD).
- Clark, C. (1940). *The Conditions of Economic Progress*. London : MacMillan Publishing Co. Ltd.
- Clay, D. C. (1996). *Fighting an uphill battle : Population pressure and declining land productivity in Rwanda* (No. 54692). Michigan State University, Department of Agricultural, Food, and Resource Economics.
- Clay, D., Reardon, T., & Kangasniemi, J. (1998). Sustainable intensification in the highland tropics : Rwandan farmers' investments in land conservation and soil fertility. *Economic development and cultural change*, 46(2), 351-377.
- Cleveland, W. S., & Loader, C. L. (1996). Smoothing by local regression : Principles and methods. In Härdle, W., & Schimek, M. G. (Eds.), *Statistical Theory and Computational Aspects of Smoothing* (pp. 10-49). New York : Springer.
- Cochet, H. (2015). *Comparative agriculture*. London : Springer.

- Coelli, T., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J., & Battese, G. E. (2005). *An introduction to efficiency and productivity analysis* (2nd edition). Washington, DC : Springer Science and Business Media, Inc.
- Colonna, P., Fournier, S., & Touzard, J.-M. (2013). Food systems. In Esnouf, C., Russel, M., & Bicas, N. (Eds.), *Food system sustainability : insights from DuALine* (pp. 69-100). Cambridge, UK : Cambridge University Press.
- Cordier, J., Erhel, A., Pindard, A., & Courleux, F. (2008). La gestion des risques en agriculture. De la théorie à la mise en œuvre : éléments de réflexion pour l'action publique. *Notes et Etudes Economiques*, 30, 33-71.
- Corselius, K., Wisniewski, S., & Ritchie, M. (2001). *Sustainable agriculture : making money, making sense*. Washington, DC : The Institute for Agriculture and Trade Policy.
- Crinot, F. G., Adegbola, P. Y., Ahoyo Adjovi, N. R., Adjanohoum, A., Mensah, G. A., & Kossou, D. (2018). Compétitivité des systèmes de cultures à base d'anacardier au Bénin : application d'une méthode dynamique de la matrice d'analyse des politiques (MAP). *Annales des sciences agronomiques*, 19(2), 589-616 (volume spécial).
- CRS. (2016). *To Consume or to Sell : A mixed-methods study on household utilization of home garden produce in Muhanga and Karongi Districts in Rwanda*. Kigali : Catholic Relief Services (CRS).
- CSA. (2013). *L'« approche filière » : conceptions, avantages et risques pour l'agriculture familiale*. Rapport du séminaire international organisé par le CSA, Bruxelles, Belgique, 27 novembre 2013. Bruxelles : Collectif Stratégies Alimentaires (CSA).
- CTA. (2016). *Innover pour l'agriculture : Histoires et témoignages de jeunes entrepreneurs transformant l'agriculture grâce aux nouvelles technologies* (Success stories). Wageningen : Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA).
- Dagnelie, P. (2011). *Statistique théorique et appliquée* (Tome 2). Bruxelles : De Boeck.
- D'Agostino, S., Deubel, P., Montoussé, M., & Renouard, G. (2008). *Dictionnaire des Sciences économiques et sociales*. Paris : Editions Bréal.
- Day, R. H. (1999). *Complex economic dynamics* (vol. 2). The MIT Press.
- de Graaff, J., Kessler, A., & Nibbering, J. W. (2011). Agriculture and food security in selected countries in Sub-Saharan Africa : diversity in trends and opportunities. *Food Security*, 3(2), 195-213.
- De Jager, A. D., Kariuku, I., Matiri, F. M., Odendo, M., & Wanyama, J. M. (1998). Monitoring nutrient flows and economic performance in African farming systems (NUTMON) : IV. Linking nutrient balances and economic performance in three districts in Kenya. *Agriculture, ecosystems & environment*, 71(1-3), 81-92.
- Debertin, D. L. (2012). *Agricultural Production Economics* (2nd edition). Monographs : Applied Economics, AgEcon Search, number 158319, September.
- Debreu, G. (1951). The coefficient of resource utilization. *Econometrica : Journal of the Econometric Society*, 19(3), 273-292.

- Declère, D. (2011). *L'essentiel de la comptabilité analytique* (5e édition). Paris : Editions d'Organisation.
- Degla, K. P. (2012). Rentabilité économique et financière des exploitations cotonnières basées sur la Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols et des Ravageurs au Nord-Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), Numéro spécial Coton* (Septembre 2012), 26-35.
- Delepiere, G. (1982). Les Régions Agro-écologiques en Relation avec l'Intensité de l'Érosion. *Bulletin Agricole du Rwanda*, 2, 87-95.
- Deleplace, G., & Laviale, C. (2008). *Histoire de la pensée économique* (Maxi Fiches). Paris : Dunod.
- Dembélé, N. N. (2001). *Sécurité alimentaire en Afrique Sub-saharienne : Quelle stratégie de réalisation ?* (No. 1093-2016-87796).
- Deolalikar, A. B. (1981). The inverse relationship between productivity and farm size : a test using regional data from India. *American Journal of Agricultural Economics*, 63(2), 275-279.
- Desalegne, L., & Aklilu, S. (2003). *Research experiences in onion production*. Research report no. 55, EIAR.
- Devaux, A., Kromann, P., & Ortiz, O. (2014). Potatoes for sustainable global food security. *Potato Research*, 57(3-4), 185-199.
- Dillon, J. (1971). An Expository Review of Bernoullian Decision Theory in Agriculture : Is Utility Futility? *Review of Marketing and Agricultural Economics*, 39(1), 3-80.
- Dixon, J., Gulliver, A., & Gibbon, D. (2001). *Systèmes d'exploitation agricole et pauvreté : Améliorer les moyens d'existence des agriculteurs dans un monde changeant*. Rome et Washington DC : Edt. MalcolmHall (FAO et Banque mondiale).
- Djato, K. K. (2001). Crédit agricole et efficacité de la production agricole en Côte d'Ivoire. *Economie rurale*, 263(1), 92-104.
- Dorin, B. (2013). *L'Europe dans le système alimentaire mondial. Rétro-prospectives des consommations, productions et échanges de biomasses alimentaires (1960-2050)* (Rapport pour Pluriagri). Montpellier : CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) et CIRED (Centre International de Recherche sur l'Environnement et de Développement).
- Dorward, A., & Kydd, J. (2005). *Fonctionnement des marchés agricoles en faveur des plus pauvres*. L'actualité des services aux entreprises No. 9. Un produit d'information de la DGCID (MAE).
- Douillet, M., & Girard, P. (2013). *Productivité agricole : des motifs d'inquiétude ? (I) Les concepts* (Notes No. 7). Montrouge : Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde (FARM).
- Droy, I. (1985). *Femmes et projets de développement rural en Afrique sub-saharienne. Essai d'analyse à partir d'études de cas*. Thèse de doctorat, Institut de recherche économique et de planification du développement, Université des Sciences Sociales de Grenoble.

- Druille, Z., & Barreiro-Hurlé, J. (2012). *Fertilizer subsidies in sub-Saharan Africa* (ESA Working paper No. 12-04). Rome : United Nations Food and Agriculture Organisation (FAO).
- Dudouble, N., & Christian, E. (2015). Définitions et présentations des activités économiques. Normandie : Centre de ressources emploi formation (crefor). Eclairage No. 38, octobre 2015.
- Dufumier, M. (1996). *Les projets de développement agricole. Manuel d'expertise*. Paris : Editions Karthala.
- Dunne, N. (2017). *Price regulation in the social market economy*. LSE Working Paper 3/2017, London School of Economics and Political Science (LSE).
- Eldin, M., & Milleville, P. (1989). *Le risque en agriculture*. Paris : Editions de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer (ORSTOM).
- Endres, A. M. (1987). The King-Devenant 'law' in classical economics. *History of Political Economy*, 19(4), 621-638.
- Englander, A. S., & Gurney, A. (1994). La productivité dans la zone de l'OCDE : les déterminants à moyen terme. *Revue Économique de l'OCDE*, 22, 53-120.
- Ercoli, L., Mariotti, M., Masoni, A., & Bonari, E. (1999). Effect of irrigation and nitrogen fertilization on biomass yield and efficiency of energy use in crop production of Miscanthus. *Field Crops Research*, 63(1), 3-11.
- Eze, D. E. (2014). Contraintes de crédit et bien-être économique des ménages au Cameroun. In Lamotte, B., Le Roy, A., Massit, C., & Puissant, E. (Eds.), *Innovations sociales, innovations économiques : XXXIV^{èmes} Journées de l'Association d'économie sociale* (pp. 201-222). Louvain-la-Neuve : Presses Universitaires de Louvain.
- Fabre, P., Dabat, M.-H., & Orlandoni, O. (2021). *Note méthodologique pour l'analyse des chaînes de valeur agricoles : Cadre et outils – éléments clés* (Version 2). Paris : AgriNatura.
- FAO, & UNESCO. (2010). *L'éducation pour le développement rural : vers des orientations nouvelles*. Rome et Paris : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) et Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture (UNESCO).
- FAO. (2000). *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture* (Vol. 32). Rome : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).
- FAO. (2005). *Fertilizer use by crop in South Africa*. Rome : United Nations Food and Agriculture Organisation (FAO).
- FAO. (2011). *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2010-2011. Rôle des femmes dans l'agriculture - Comblant le fossé entre les hommes et les femmes pour soutenir le développement*. Rome : United Nations Food and Agriculture Organisation (FAO).
- FAO. (2013). *Petits exploitants et exploitants familiaux*. Rome : United Nations Food and Agriculture Organisation (FAO).
- FAO. (2015). *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2014. Ouvrir l'agriculture familiale à l'innovation*. Rome : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (Collection FAO « Agriculture », No. 46).

- FAO. (2016). *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2016 : changement climatique, agriculture et sécurité alimentaire*. Rome : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).
- FAO. (2017). *Measuring the impact of land consolidation on consumption patterns and nutrient availability : evidence from Rwanda*. Rome : United Nations Food and Agriculture Organization, Monitoring and Analyzing Food and Agricultural Policies (MAFAP) project.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society Series A*, 120, 253-290.
- Feder, G., Just, R. E., & Zilberman, D. (1985). Adoption of agricultural innovations in developing countries : A survey. *Economic development and cultural change*, 33(2), 255-298.
- Ferraton, N. & Touzard, I. (2009). *Comprendre l'agriculture familiale. Diagnostic des systèmes de production*. Gembloux, Belgique : Presses Agronomiques de Gembloux.
- Fleischer, G. (2006). Les produits chimiques utilisés en agriculture—sont-ils nécessaires ou superflus? *Agriculture & développement rural*, 52(1), 51-54.
- Foltz, J. D. (2004). Credit market access and profitability in Tunisian agriculture. *Agricultural Economics*, 30(3), 229-240.
- Fontan, C. (2006). *L'outil filière agricole pour le développement rural*. Bordeaux 4 : Centre d'Economie du Développement (CED), Université Montesquieu-Bordeaux.
- Fontan, C. (2008). Production et efficacité technique des riziculteurs de guinée. une estimation paramétrique stochastique. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, (308), 19-35.
- Ford, R. E. (1993). Marginal coping in extreme land pressures : Ruhengeri, Rwanda. In B. L. Turner (Ed.), *Population Growth and Agricultural Change in Africa* (pp. 145-186). Gainesville : University of Florida Press.
- Frans, G. (2002). Potato Marketing in Rwanda. *Agricultural Policy Development Project Research Report*, 12, 38-56.
- Fraval, P. (2000). *Éléments pour l'analyse économique des filières agricoles en Afrique subsaharienne*. Paris : Ministère des Affaires Etrangères, Direction Générale de la Coopération Internationale et du Développement (DGCID).
- Fuglie, K., & Rada, N. (2013). *Resources, policies, and agricultural productivity in sub-Saharan Africa*. United States Department of Agriculture (USDA) - Economic Research Service (ERS) Report (145). Washington, DC : Economic Research Service, USDA.
- Fuglie, K., Wang S., & Ball, V. E. (Eds.) (2012). *Productivity Growth in Agriculture : An International Perspective*. Wallingford, UK : CAB International.
- Gafsi, M., Duqué, P., Jamin, J.-Y., & Brossier, J. (Coord.) (2007). *Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre : Enjeux, caractéristiques et éléments de gestion*. Wageningen : Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA) & Paris : Editions Quae.

- Gahiro, L. (2011). *Compétitivité des filières rizicoles burundaises : le riz de l'Imbo et le riz des marais*. Thèse de doctorat, Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique.
- Gaudin, M., Jaffrès, C., & Réthoré, A. (2011). *Gestion de l'exploitation agricole : éléments pour la prise de décision à partir de l'étude de cas concrets*. Paris : Editions Lavoisier.
- Gayant, J.-P. (2014). *Aide-mémoire Microéconomie. Décisions du consommateur et du producteur. Equilibre. Monopole et oligopole*. Paris : Dunod.
- Gendron, B. (2014). *L'essentiel de la Micro-Economie* (4^e édition). Paris : Gualino Lextenso éditions.
- Généreux, J. (2001). *Introduction à l'économie* (3^e édition mise à jour). Paris : Éditions du Seuil.
- Gérard, F., Piketty, M. G., & Boussard, J. M. (2008). L'instabilité des prix agricoles : réflexion sur les causes et les implications de la flambée des prix. *Oléagineux, corps gras, lipides (OCL)*, 15(6), 378-384.
- Gherzi, G. (1992). Entreprise et production agro-alimentaire. In L. Malassis & G. Gherzi (Coord.), *Initiation à l'économie agro-alimentaire* (pp. 109-127). Paris : Hatier.
- Gibbs, K. E., Mackey, R. L., & Currie, D. J. (2009). Human land use, agriculture, pesticides and losses of imperiled species. *Diversity and Distributions*, 15(2), 242-253.
- Gietema, B. (Ed.) (2006a). *Farm accounting*. Wageningen : Agromisa Foundation
- Gietema, B. (Ed.) (2006b). *The farm as a commercial enterprise* (2nd edition). Wageningen : Agromisa Foundation
- GMO. (2017). *Gender and Agriculture*. Kigali : Gender Monitoring Office (GMO).
- Gnanglè, P. C., Afouda Yabi, J., Yegbemey, N. R., Glèlè Kakaï, L. R., & Sokpon, N. (2012). Rentabilité économique des systèmes de production des parcs à karité dans le contexte de l'adaptation au changement climatique du Nord-Bénin. *African Crop Science Journal*, 20(Supplement s2), 589 – 602.
- Goldberg, R. A. (1968). *Agribusiness Coordination : a systems approach to the wheat, soybean, and Florida orange economies*. Boston : Harvard Business School.
- GoR. (2007). *Vision 2020 Umurenge. An integrated local development program to accelerate poverty eradication, rural growth, and social protection*. Kigali : the Government of Rwanda (GoR).
- Groupe d'Experts de Haut Niveau. (2013). *Paysans et entrepreneurs : investir dans l'agriculture des petits exploitants pour la sécurité alimentaire*. Un rapport du groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition. Rome : Comité de la sécurité alimentaire mondiale.
- Guèye, B., Mbow, A. F. B., Fall, M., Cissé, E. H. M., Faye, A., Soumelong-ehode, L., Cissé, S., & Diop, M. M. (2013). Editorial : Chaînes de valeur et nouveaux marchés agricoles émergents. *Revue d'Agriculture durable à faibles apports externes (AGRIPADE)*, 29(2), 4-5.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Essentials of Econometrics* (4th edition). Boston, etc. : The McGraw-Hill Irwin.

- Hall, G. (2015). *Pearson's correlation coefficient*. Disponible en ligne : http://www.hep.ph.ic.ac.uk/~hallg/UG_2015/Pearsons.pdf (Consulté le 17 juillet 2019).
- Harmignie, O., Henry de Frahan, B., Polomé, P., & Gaspart, F. (2004). *Gestion des risques – Perspectives pour l'agriculture wallonne*. Louvain-La-Neuve : Université Catholique de Louvain et Conseil Supérieur Wallon de l'Agriculture, l'Agro-alimentaire et l'Alimentation.
- Harrison, G. (2016). Rwanda : an agrarian development state? *Third World Quarterly*, 37(2), 354-370.
- Hasan K. M. (2019). Factors influencing farmers turning into tobacco cultivation in the Khulna division of Bangladesh : an empirical study. In 4th ENSP-SRP International Conference on Tobacco Control.
- Hastie, T. J., & Loader, C. L. (1993). Local regression : Automatic kernel carpentry (with discussion). *Statistical Science*, 8, 120-143.
- Hayami, Y., & Ruttan, V. (1970). Agricultural productivity differences among countries. *The American Economic Review*, 60(5), 895-911.
- Hazell, P. (2014). *Repenser le rôle des petites exploitations agricoles dans les stratégies du développement* (Point de vue No. 2). Montrouge : Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde (FARM).
- Henao, J., & Baanante, C. (2001). Nutrient depletion in the agricultural soils of Africa. In P. Pinstrup-Andersen, & R. Pandya-Lorch (Eds.), *The Unfinished Agenda : Overcoming Hunger, Poverty, and Environmental Degradation* (pp. 159-163). Washington, DC : International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Hermelin, B. (2006). L'agriculture : un secteur clé pour la lutte contre la pauvreté. *Rapport moral sur l'argent dans le monde 2006 : finance et lutte contre la pauvreté dans le monde, la valorisation des ressources naturelles* (pp. 205-216). Numéro spécial de la Revue d'Economie Financière.
- Hervieu, B., & Purseigle, F. (2013). *Sociologie des mondes agricoles*. Paris : Armand Colin.
- Hoag, A. J., & Hoag, J. H. (2006). *Introductory Economics* (4th edition). Hackensack and London : World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Hoppe, R.-A., & MacDonald, J. -M. (2013). *Updating the ERS Farm Typology*. Economic Information Bulletin Number 110, United States Department of Agriculture, April 2013.
- Hugo, P. (1998). Avantages comparatifs, compétitivité et organisation des filières.
- Hungerford, T. L. (2006). *Saving incentives : what may work and what may not* (Electronic version). Washington, DC : Congressional Research Service. Disponible en ligne : <http://digitalcommons.ilr.cornell.edu/crs/22>
- Hurlin, C., & Mignon, V. (2015). *Statistique et probabilités en économie-gestion*. Paris : Dunod.
- Iacus, S. M., King, G., & Porro, G. (2009). CEM : Software for coarsened exact matching. *Journal of Statistical Software*, 30(13), 1-27.
- Ibanès, J. (1981). *Initiation économique et sociale* (Seconde). Paris : Bordas.

- ICCO. (2019). *Smallholder farmer report Rwanda*. Kigali : Interchurch Organisation for Development Cooperation (ICCO).
- IFAD. (2013). *Smallholders, food security and the environment* (Report). Rome : International Fund for Agricultural Development (IFAD).
- IFPRI. (2013). *2012 Global Food Policy Report*. Washington, DC : International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- IMF. (2011). *Rwanda : Poverty Reduction Strategy Paper-Progress Report*. IMF Country Report No. 11/154. Washington, DC : International Monetary Fund (IMF).
- IMF. (2017). *Seeking Sustainable Growth : Short-term Recovery, Long-term Challenges*. Washington, DC : International Monetary Fund (IMF).
- Jerop, R., Dannenberg, P., George Owuor, G., & Mshenga, P. (2018). Factors affecting the adoption of agricultural innovations on underutilized cereals : The case of finger millet among smallholder farmers in Kenya. *African Journal of Agricultural Research*, 13(36), 1888-1900.
- Jirgi, A. J., Ibrahim, F. D., Tanko, L., & Lawal, M. (2007). Profitability and resource use efficiency in maize production in Kontagora local government area, Niger State, Nigeria. *Journal of Agriculture, Forestry and the Social Sciences*, 5(2). DOI : [10.4314/joafss.v5i2.46710](https://doi.org/10.4314/joafss.v5i2.46710)
- Johnson, G. L., Halter, A. N., Jensen, H. R., & Thomas, D. W. (1961). *A Study of the Managerial Processes of Midwestern Farmers*. Ames : Iowa State University Press.
- Johnston, A. E., Poulton, P. R., & Coleman, K. (2009). Soil organic matter : its importance in sustainable agriculture and carbon dioxide fluxes. *Advances in agronomy*, 101, 1-57.
- Jones, A. J., Lal, R., & Huggins, D. R. (1997). Soil erosion and productivity research : a regional approach. *American Journal of Alternative agriculture*, 12(4), 183-192.
- Kadiri, G. (2018, Juin 14). Au Rwanda, la transformation agricole à marche forcée. *Le Monde*. Disponible en ligne : https://www.lemonde.fr/afrique/article/2018/06/14/au-rwanda-une-revolution-verte-a-marche-forcee_5315138_3212.html (Accédé le 12/12/2018 à 13: 05).
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory : an analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2), 263-292.
- Kanagawa, M., & Nakata, T. (2007). Analysis of the energy access improvement and its socioeconomic impacts in rural areas of developing countries. *Ecological Economics*, 62(2), 319-329.
- Kathiresan, A. (2011). *Strategies for Sustainable Crop Intensification in Rwanda – Shifting focus from producing enough to producing surplus*. Kigali : Ministry of Agriculture and Animal Resources.
- Kato, E., Ringler, C., Yesuf, M., & Bryan, E. (2011). Soil and water conservation technologies : a buffer against production risk in the face of climate change? Insights from the Nile basin in Ethiopia. *Agricultural Economics*, 42(5), 593-604.

- Kelly, V., & Murekezi, A. (2000). *Réponse et rentabilité des engrais au Rwanda*. Synthèse des Résultats des Etudes du MINAGRI menées par le Food Security Research Project (FSRP) et l'Initiative sur la Fertilité des Sols de la FAO.
- Kettab, A. (2001). Les ressources en eau en Algérie : stratégies, enjeux et vision. *Desalination*, 136(1-3), 25-33.
- Khan, N. P., & Akhtar, J. (2006). Competitiveness and policy analysis of potato production in different agro-ecological zones of Northern Areas : Implications for food security and poverty alleviation. *The Pakistan development review*, 45(4), 1137-1154.
- KIT, & IIRR. (2010). *Value chain finance : Beyond microfinance for rural entrepreneurs*. Amsterdam : Institut royal tropical (KIT) & Nairobi : Institut international de la reconstruction rurale (IIRR).
- Koopmans, T. C. (1951). An analysis of production as an efficient combination of activities. *Activity analysis of production and allocation*.
- KPMG. (2013). *The agricultural and food value chain : Entering a new era of cooperation*. Geneva (Swiss) : KPMG International.
- Ky, H., & Dury, S. (2018). Productivité agricole et diversité alimentaire au Burkina Faso. *Revue Economique et Sociale Africaine-Séries économie*, 65, 160-177.
- Labonne, M. (1985). *Sur le concept de filière en économie agro-alimentaire*. Montpellier : Institut National de la Recherche Agronomique.
- Lal, R. (2003). Soil erosion and the global carbon budget. *Environment International*, 29, 437-450.
- Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304(5677), 1623-1627.
- Lal, R. (2006). Enhancing crop yields in the developing countries through restoration of the soil organic carbon pool in agricultural lands. *Land Degradation & Development*, 17(2), 197-209.
- Lamarque, H. (1991). *L'Agriculture Familiale. Comparaison Internationale. 1-Une réalité polymorphe*. Paris : Editions Le Harmattan.
- Landreth, H., & Colander, D. C. (2002). *History of Economic Thought* (4th Edition). Boston and Toronto : Houghton Mufflin Company.
- Lanteir, D. (2010). *Harmonisation des comptabilités de gestion agricoles en Wallonie*. Namur : Direction de l'Analyse Economique Agricole DEMNA D'GARNE SPW.
- Laurent, C. (1999). *Activité agricole, Multifonctionnalité, Pluriactivité*. Rapport rédigé pour le ministère de l'Agriculture et de la Pêche dans le cadre du comité d'experts sur les Contrats Territoriaux d'Exploitation (CTE).
- Laurent, K. K., Jimmy, K. K., Dominique, T. T., Maurice, K. K., Gabriel, M. M., Serge, L., ... & Luciens, N. K. (2015). *Mise en évidence des doses de fertilisants minéraux à appliquer aux nouvelles variétés de maïs introduites dans la région de Lubumbashi (RD Congo)*. *International Journal of Innovation and Applied Sciences*, 12(1), 96-103.
- Lebailly, P. (1990). Concept de filière, économie agro-alimentaire et développement. *Tropicultura*, 8(1), 9-14.

- Lebailly, P., Dogo, T., van Bien, P., & Kai, T. T. (2000). *La filière rizicole au Sud Viêt-nam : un modèle méthodologique*. Gembloux : Les Presses Agronomiques de Gembloux.
- Ledent, A. (1986). *Intégration verticale et horizontale en agriculture*. Gembloux (Belgique) : Unité d'Economie rurale. Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux.
- Lee, D. R. (2005). Agricultural sustainability and technology adoption : Issues and policies for developing countries. *American Journal of Agricultural Economics*, 87(5), 1325-1334.
- Leroy, F. (2012). *Les stratégies de l'entreprise* (4^e édition). Paris : Dunod.
- Levallois, R. (2013). *Gestion de l'entreprise agricole. De la théorie à la pratique* (4^e édition). Laval, Canada : Presses de l'Université Laval.
- Lidsky, V., Malpel, G.-P., Gerster, F., Maudet, C., Le Theule, F.-G., Helfter, M., & Lejeune, H. (2017). *Les outils de gestion des risques en agriculture* (Rapport). Paris : Inspection Générale des Finances (IGF) et Conseil Général de l'Alimentation, de l'Agriculture et des Espaces Ruraux (CGAAER).
- Liverpool-Tasie, L. S. O., Adjognon, S., & Kuku-Shittu, O. (2014). *Productivity effects of sustainable intensification : The case of Urea deep placement for rice production in Niger State, Nigeria*. Selected paper prepared for presentation at the Agricultural and Applied Economics Association's 2014 AAEA & CAES Joint Annual Meeting, Minneapolis, July 2014.
- Loevinsohn, M., Sumberg, J., & Diagne, A. (2012). *Under what circumstances and conditions does adoption of technology result in increased agricultural productivity?* Protocol, London : EPPI Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education, University of London.
- Low, J., Nyongesa, M., & Parker, M. (Eds.) (2015). *Potato and sweetpotato in Africa : Transforming the Value Chains for Food and Nutrition Security*. Wallingford, UK : Centre for Agriculture and Bioscience International (CABI).
- Lybbert, T., & Summer, D. (2010). *Agricultural technologies for climate change mitigation and adaptation in developing countries : policy options for innovation and technology diffusion*. Geneva : International Center for Trade and Sustainable Development.
- Mabe, F. N., Donkoh, S. A., & Al-Hassan, S. (2018). Accounting for rice productivity heterogeneity in Ghana : the two-step stochastic metafrontier approach. *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*, 12(8), 223-232.
- Malunda, D. (2012). *Rwanda case study on economic transformation*. Report for the African Centre for Economic Transformation. Kigali : Institute for Policy Analysis and Research - Rwanda (IPAR-Rwanda).
- Mamam, T. S., Gauthier, B., Afio, Z., & Aliou, S. (2018). Efficacité économique des systèmes de production dans une amélioration de la productivité de maïs au Bénin. *IOJPH-International open Journal of Agriculture and Environmental Research*, 1(2), 16-35.
- Maniriho, A. (2013). *The determinants of Agricultural Production and Profitability in Musanze District, Rwanda*. MSc thesis, National University of Rwanda, Kigali, Rwanda. Disponible en ligne : <http://hdl.handle.net/2268/262314>

- Maniriho, A. (2021). Effects of farm cooperatives on farmers' incomes and welfare : empirical analysis from Vunga Coffee Washing Station in Nyabihu District, Western Rwanda. *Agronomie Africaine*, 33(1), 1-14. Disponible en ligne : <http://hdl.handle.net/2268/260230>
- Maniriho, A., & Bizoza, A. (2013). Financial Benefit-Cost Analysis of Agricultural Production in Musanze District (Rwanda). *Academia Arena*, 5(12), 30-39.
- Maniriho, A., & Bizoza, A. (2015). Analysis of allocative efficiency among small-scale farmers in Musanze District, Northern Rwanda. *European Journal of Academic Essays*, 2(2), 57-64. Disponible en ligne : <http://hdl.handle.net/2268/264732>
- Maniriho, A., & Bizoza, A. R. (2018). Determinants of crop production in Musanze District, Northern Rwanda. *East Africa Research Papers in Economics and Finance (EARP-EF) No. 2018 : 36*. Jönköping International Business School.
- Maniriho, A., Habyarimana, C., & Nzasingizimana, T. (2018). An Analysis of Economic, Social and Environmental Dimensions of Sustainable Development in Rwanda. *East Africa Research Papers in Economics and Finance (EARP-EF) No. 2018:37*. Jönköping International Business School.
- Maniriho, A., Musabanganji, E., & Lebailly, P. (2020). Analysis of economic efficiency of small-scale onion production in Volcanic Highlands in Rwanda. *Montenegrin Journal of Economics*, 16(3), 185-196. Disponible en ligne : <http://hdl.handle.net/2268/250900>
- Maniriho, A., Musabanganji, E., & Lebailly, P. (2021). Factors affecting farm performance among small-scale farmers in the Volcanic Highlands of Rwanda : what is the role of institutions ? *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 11(4), 282-286. Disponible en ligne : <http://hdl.handle.net/2268/264070>
- Mankiw, G. N., & Taylor, M. P. (2010). *Principe de l'économie*. Bruxelles : Éditions De Boeck Université.
- Marangu, K. (2007). *Kenya BDS program, experience in value chain facilitation*. Communication présentée au Forum AFRACA Agribanks.
- Marshall, A. (1890). *Principles of Economics*. London : MacMillan Publishing Co. Ltd.
- Martin, D. (2005). *Geographic Information System : Socioeconomic applications* (2nd Edition). London and New York : Routledge.
- Martinez, F. (2010). L'individu face au risque : l'apport de Kahneman et Tversky. *Idées économiques et sociales*, 161(3), 15-23.
- Mattson Jr., W. J. (1980). Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annual review of ecology and systematics*, 11(1), 119-161.
- Mazars, R. (1967). *Calcul et contrôle des prix de revient*. Paris : J. Delmas et Cie.
- Médan, P. (2015). *Microéconomie* (5^{ème} édition). Paris : Dunod.
- Meunier, V., & Marsden, É. (2009). *Analyse coût-bénéfices : guide méthodologique*. Cahiers de la Sécurité Industrielle No. 2009-6, Fondation pour la Culture de Sécurité Industrielle, Toulouse, France.

- Mignouna, D. B., Abdoulaye, T., Akinola, A. A., Kamara, A., & Oluoch, M. (2016). Understanding market participation choices and decisions of maize and cowpea farmers in northern Nigeria. *Tropicultura*, 34(1), 26-39.
- Miller, C., & da Silva, C. (2007). *Value chain financing in agriculture*, *Enterprise Development and Microfinance* 13 (2/3). Rugby (UK) : Practical Action Publishing.
- Miller, C., & Jones, L. (2013). *Financement des chaînes de valeur agricoles : outils et leçons*. Rome : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
- Milz, M. (2010). *La révolution verte au Rwanda : un programme d'intensification autoritaire au service de l'agrobusiness*. Disponible en ligne : <https://www.grain.org/media/BAhbBIsHOgZmSSI+MjAxMS8wOC8wOC8xMF8wNF80MF82MTFfTGFFcI92b2xldGlvbI92ZXJ0ZV9hdV9Sd2FuZGEucGRmBjoGRVQ/La%20r%C3%A9volution%20verte%20au%20Rwanda.pdf> (consulté le 26/10/2019).
- MINAGRI. (1987). *Etude par photo-interprétation de l'occupation des sols et de la disponibilité des terres*. Rapport d'exécution, Annexe B : Etude des "Farming Systems", Technosynthesis, S.p.A. Kigali : Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et des Forêts (MINAGRI).
- MINAGRI. (1989). *Séminaire Régional sur la problématique de la fertilisation et du revenu du paysan sur les sols de hautes altitudes du Rwanda*. Séminaire tenu à Gikongoro du 13 au 19 novembre 1988. Kigali : Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et des Forêts (MINAGRI).
- MINAGRI. (2004). *National Agricultural Policy* (Draft). Kigali : Ministry of Agriculture and Animal Resources (MINAGRI).
- MINAGRI. (2012). *Duhinge kijyambere* [Modern Farming Practices]. Kigali : Ministry of Agriculture and Animal Resources (MINAGRI).
- MINAGRI. (2013). *3rd Strategic plan for agricultural transformation (2013-2017)*. Kigali : Ministry of Agriculture and Animal Resources (MINAGRI).
- MINAGRI. (2017). *National Agriculture policy*. Kigali : Ministry of Agriculture and Animal Resources (MINAGRI).
- MINAGRI. (2017b). *Rwanda National Agribusiness Investment Promotion Strategy*. Kigali : Ministry of Agriculture and Animal Resources (MINAGRI).
- MINAGRI. (2018). *Strategic plan for agriculture transformation 2018-2024*. Kigali : Ministry of Agriculture and Animal Resources (MINAGRI).
- MINAGRI. (2019). *Annual report 2018-2019*. Kigali : Ministry of Agriculture and Animal Resources (MINAGRI).
- MINECOFIN. (2012). *Economic Development and Poverty Reduction Strategy 2013-2018*. Kigali : Ministry of Finance and Economic Planning, Kigali, Rwanda.
- MINECOFIN. (2019). *Key statistics on Rwanda*. Kigali : Ministry of Economic Planning and Finances (February 2019).
- Minh, H. T., Trang, D. T. N., & Chen, J. (2016). Applying the DRC (Domestic Resource Cost) Index to Evaluate the Competitive Advantage of Dak Lak Coffee. *Open Access Library Journal*, 3(6), 1-8.

- MINICOM. (2011). *Rwanda National Export Strategy (NES)*. Kigali : Ministry of Trade and Industry (MINICOM).
- MININFRA. (2015). *National Housing Policy (Final Draft)*. Kigali : Ministry of Infrastructure (MININFRA).
- Mokyr, J. (Ed.) (2003). *Oxford encyclopedia of economic history*. Oxford, UK : Oxford University Press.
- Morel, J. (2007). *Les ressources en eau sur Terre : origine, utilisation et perspectives dans le contexte du changement climatique – un tour d’horizon de la littérature*.
- Morineau, M. (1970, December). La pomme de terre au XVIII e siècle. In *Annales. Histoire, Sciences Sociales* (Vol. 25, No. 6, pp. 1767-1785). Cambridge University Press.
- Morvan, Y. (1991). *Fondements d’économie industrielle*. Paris : Economica.
- Mottaleb, K. A., & Mohanty, S. (2015). Farm size and profitability of rice farming under rising inputs costs. *Journal of Land Use Science*, 10(3), 243-255.
- Mounirou, I. (2015). Perception et adoption des innovations techniques agricoles dans le bassin cotonnier de Banikoara au Bénin [Perception and adoption of agricultural technical innovations in the cotton basin of Banikoara in Benin]. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 10(2), 87-102.
- Mpawenimana, J. (2005). *Analysis of socioeconomic factors affecting the production of bananas in Rwanda : A Case Study of Kanama District*. Master’s thesis, University of Nairobi, Nairobi, Kenya.
- Mpyisi, E. (2002). *Estimation of Area and Production of Root and Tuber Crops in Rwanda*. Paper presented at the FAO Expert Consultation on Root Crop Statistics, held in Harare, Zimbabwe, December 2-6, 2002.
- Mubanga, K. H., Umar, B. B., Muchabi, J., & Mubanga C. (2015). What drives smallholder farmers’ crop production choices in Central Zambia? Lessons from the 2012/2013 agricultural season. *Journal of Agricultural Studies*, 3(2), 1-16.
- Mugabe, J., Tuyisenge, J., Badege, P., Mutware, J. S., Mugabo, J. R., & Nyirigira, A. M. (2009). *Estimating the profitability of major food crops in Rwanda*. Kigali : Institut des Sciences Agronomiques au Rwanda (ISAR).
- Mugabo, J., Tollens, E., Chianu, J., Obi, A., & Vanlauwe, B. (2014). Resource Use Efficiency in Soybean Production in Rwanda. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 5(6), 116-122.
- Mulumeoderhwa, F., Maniriho, A., Manirakiza, D., Furaha, G., Mastaki, J. L., & Lebailly, P. (2019). Risk analysis in the peasant framework : empirical analysis of farmers in South Kivu, Democratic Republic of Congo. *Agriculture & Forestry*, 65(4), 35-45. DOI : 10.17707/AgricultForest.65.4.04 Available also at <http://hdl.handle.net/2268/243008>
- Munyenyenzi Bisoka, A., & Ansoms, A. (2020). State and local authorities in land grabbing in Rwanda : governmentality and capitalism accumulation. *Canadian Journal of Development Studies/Revue canadienne d’études du développement*, 41(2), 243-259.

- Musabanganji, E. (2017). *Contraintes et stratégies d'amélioration de la filière maïs au Rwanda*. (Thèse de Doctorat en Français). Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique, 205 pages, 35 tableaux, 26 figures.
- Musabanganji, E., & Maniriho, A. (2019). *Trade and Competitiveness of Rwandan Agriculture : Scenarios and Challenges for Priority Foodstuffs*. Article présenté au Colloque International du Laboratoire d'Analyse et de Politique Economiques (LAPE) de l'Université Ouaga II, 25-26 octobre 2019, Ouagadougou, Burkina Faso. Also available at <http://hdl.handle.net/2268/238384>
- Musabanganji, E., Karangwa, A., & Lebailly, P. (2015). Determinants of Access to Agricultural Credits for Small Scale Farmers in the Southern Province of Rwanda. In Kovacevic, D., Berjan, S., Jugovic, M., Spalevic, V., Driouech, N., & Quagliariello, R. (Eds.), *Book of Proceedings Sixth International Scientific Agricultural Symposium" AgroSym 2015"* (pp. 1815-1820), East Sarajevo : University of East Sarajevo.
- Mwangi, M., & Kariuki, S. (2015). Factors determining adoption of new agricultural technology by smallholder farmers in developing countries. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 6(5), 208-216.
- Nalle, A. A., Hartono, B., Nugroho, B. A., & Utami, H. D. (2017). Domestic resources cost analysis of small-scale beef cattle farming at upstream area of Benain-Noelmina watershed, West Timor, East Nusa Tenggara. *Open Agriculture*, 2(1), 417-424.
- Namwata, B. M. L., Lwelamira, J., & Mzirai, O. B. (2010). Adoption of improved agricultural technologies for Irish potatoes (*Solanum tuberosum*) among farmers in Mbeya Rural district, Tanzania : A case of Ilungu Ward. *Journal of animal and plant sciences*, 8(1), 927-935.
- Nations Unies. (2005). *L'eau, source de vie 2005-2015*. New York : Département de l'Information de l'Organisation des Nations Unies.
- Nations Unies. (2020). *L'eau et les changements climatiques* (Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2020). Paris : Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO).
- NBR. (2020a). *Monetary policy and financial stability statement* (25th February 2020). Kigali : National Bank of Rwanda (NBR).
- NBR. (2020b). *Monetary policy and financial stability statement* (28th August 2020). Kigali : National Bank of Rwanda (NBR).
- Ndindabahizi, I., & Ngwabije, R. (1991). *Stratégie nationale de conservation des sols : Evaluation des systèmes d'exploitation agricole pour une régionalisation des techniques de conservation et d'aménagement des fertilités des sols*. Rapport d'une mission de consultation réalisée du 15-01-1991. Kigali : Ministère de l'Agriculture, de l'élevage et des forêts.
- Nerlove, M. (1974). Household and Economy : Toward a New Theory of Population and Economic Growth. In : Schultz, T. W. (Ed.), *Marriage, Family, Human Capital, and Fertility* (pp. 200-221). Chicago : University of Chicago Press.

- Neven, D. (2015). *Développer des chaînes de valeur alimentaires durables : Principes directeurs*. Rome : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO).
- Nilsson, P., Backman, M., Berkje, L., & Maniriho, A. (2019). One cow per poor family : effects on consumption and crop production in Rwanda. *World Development, 114*, 1-12.
- Nin-Pratt, A., Yu, B., & Fan, S. (2010). Comparisons of agricultural productivity growth in China and India. *Journal of Productivity Analysis, 33*(3), 209-223.
- NISR. (2012a). *2012 Population and Housing Census. Provisional results*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).
- NISR. (2014). *Fourth Population and Housing Census, Rwanda, 2012 – Final results - Main indicators report*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).
- NISR. (2015a). *Rwanda Integrated Household Living Survey (EICV 4) - Main indicators report*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).
- NISR. (2015b). *Rwanda Integrated Household Living Survey (EICV 4) - Poverty Profile Report*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).
- NISR. (2015c). *Rwanda Integrated Household Living Survey (EICV 4) – Gender Thematic Report*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).
- NISR. (2015d). *Agricultural Seasonal Survey 2015*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).
- NISR. (2016a). *Rwanda Demographic and Health Survey (2014/2015)*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).
- NISR. (2016b). *Season Agricultural Survey report 2016*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).
- NISR. (2016c). *2015 Rwanda Comprehensive Food Security and Vulnerability analysis and Nutrition Survey*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).
- NISR. (2016d). *Financial Inclusion in Rwanda 2016 (Fin Scope Survey report 2016)*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR) and Access to Finance Rwanda (AFR).
- NISR. (2017). *GDP National Accounts 2016 publication*. Kigali : National Institute of Statistics (NISR).
- NISR. (2018). *EICV 5 Rwanda Poverty Profile Report*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).
- NISR. (2018b). *Seasonal Agricultural Survey : Season 2018 B report*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).
- NISR. (2018c). *Rwanda 2018 Comprehensive food security and vulnerability analysis (Data collected in March-April 2018)*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).
- NISR. (2018d). *Consumer price indices 2018*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).
- NISR. (2018e). *GDP National Accounts 2017*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).

- NISR. (2018f). *EICV 5 Economic Activity Report*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).
- NISR. (2019a). *Seasonal Agricultural Survey (Season A 2019 report)*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).
- NISR. (2019b). *Seasonal Agricultural Survey (Season B 2019 report)*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).
- NISR. (2019c). *Gross Domestic Product - 2018*. March 15, 2019, Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).
- NISR. (2020). *Seasonal Agricultural Survey (Season A 2020 report)*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).
- NISR. (2020a). *GDP National Accounts 2019*. Kigali : National Institute of Statistics of Rwanda (NISR).
- Nkamleu, G. B. (2004). L'échec de la croissance de la productivité agricole en Afrique francophone. *Economie rurale*, 279, 55-67.
- Nuwagira, S. (2017). New project- How Rwanda plans to be a global potato exporter. *The New Times Rwanda* (August 22, 2017). Disponible en ligne : <https://www.newtimes.co.rw/section/read/218441>
- Nyamulinda, B., Bizoza, A., Rukazambuga, D., Wanjiku, C., Buruchara, R., Mugabo, J., Murorunkwere, F., Ntizo, S., Musana, B. S., Ngaboyisonga, C., Gafaranga, J., Habumugisha, P., Tuyisenge, J., Birachi, E., Adekunle, A. A., Fatumbi, A. O., & Tenywa, M. (2011). Agricultural post-harvest innovative technologies and access to niche market : experience from Gataraga IP, Rwanda. *Learning Publics Journal of Agriculture and Environmental Studies*, 2(1), 1-23.
- OCDE, & FAO. (2016). *Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2016-2025. Chapitre spécial : Afrique subsaharienne*. Paris : Editions OCDE. Disponible en ligne : http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-5-fr
- OCDE. (2011). *Gestion des risques en agriculture - Évaluation et conception des politiques*. Paris : Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE).
- OCDE. (2012). *Vers une croissance verte - Suivre les progrès : Les indicateurs de l'OCDE*. Paris : Editions OCDE (Etudes de l'OCDE sur la croissance verte).
- OCDE. (2016). *Gestion des risques dans l'agriculture : une approche holistique (Document de référence)*. Paris : Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE), Réunion OCDE des Ministres de l'Agriculture.
- Okam, C. Y., Yusuf, O., Abdulrahman, S., & Suleiman, A. D. (2016). Comparative analysis of profitability of rice production among men and women farmers in Ebonyi State, Nigeria. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*, 10(1), 1-7.
- Okello, D. M., Bonabana-Wabbi, J., & Mugonola, B. (2019). Farm level allocative efficiency of rice production in Gulu and Amuru districts, Northern Uganda. *Agricultural and Food Economics*, 7(1), 1-19.
- Okello, J. J., Zhou, Y., Kwikiriza, N., Ogutu, S., Barker, I., Schulte-Geldermann, E., ... & Ahmed, J. T. (2017). Productivity and food security effects of using of

- certified seed potato : the case of Kenya's potato farmers. *Agriculture & Food Security*, 6(1), 25-33.
- Oladeebo, J. O., & Oladeebo, O. E. (2008). Determinants of loan repayment among smallholder farmers in Ogbomoso agricultural zone of Oyo State, Nigeria. *Journal of Social Sciences*, 17(1), 59-62.
- Olderman, L. R., Hakkeling, R. T., & Sombroek, W. G. (1991). *World map of the status of human-induced soil degradation : an explanatory note* (2nd revised edition). Wageningen : International Soil Reference and Information Centre.
- Olujeny, F. O. (2008). The determinants of agricultural production and profitability in Akoko Land, Ondo-State, Nigeria. *Journal of social Sciences*, 4(1), 37-41.
- Omotayo, O. E., & Chukwuka, K. S. (2009). Soil fertility restoration techniques in sub-Saharan Africa using organic resources. *African Journal of Agricultural Research*, 4(3), 144-150.
- Ortega, D. L., Bro, A. S., Clay, D. C., Lopez, M. C., Church, R. A., & Bizoza, A. R. (2016). *The role of cooperatives on adoption of best management practices and productivity in Rwanda's coffee sector*. Research paper 27, Africa Great Lakes Region Coffee Support Program. Published by the Department of Agricultural, Food, and Resource Economics, Michigan State University, Justin S. Morrill Hall of Agriculture, 446 West Circle Dr., Room 202, East Lansing, Michigan 48824, USA.
- Ortega, D. L., Bro, A. S., Clay, D. C., Lopez, M. C., Tuyisenge, E., Church, R. A., & Bizoza, A. R. (2019). Cooperative membership and coffee productivity in Rwanda's specialty coffee sector. *Food Security*, 11(4), 967-979.
- Ortega, D. L., Waldman, K. B., Richardson, R. B., Clay, D. C., & Snapp, S. (2016b). Sustainable intensification and farmer preferences for crop system attributes : evidence from Malawi's central and southern regions. *World Development*, 87, 139-151.
- Osei Danquah, F., Ge, H., Frempong, L. N., & Asiamah Korankye, B. (2020). Resource-use efficiency in maize production : the case of smallholder farmers in Ghana. *Agronomía Colombiana*, 38(3), 406-417.
- Osen, J. O. (2018). *Farm Business Organisation*. Lecture notes, National Open University of Nigeria, School of Science and Technology [online]. Accessible en ligne : www.nou.edu.ng/sites/default/files/2018-10/AEM310.pdf [consulté le 21 mars 2020].
- Osipov, V., Zhevora, S., & Yanushkina, N. (2019, May). Efficiency of potato production : analysis of variation and differentiation of regions of the Russian Federation. In *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science* (Vol. 274, No. 1, p. 012060). IOP Publishing.
- Osondu, K. C. (2017). Comparative analysis of profitability of cassava production among Agricultural Development Programme (ADP) and non-ADP contact cassava farmers in Abia State, Nigeria. *International Journal of Agricultural Science, Research and Technology in Extension and Education Systems*, 7(1), 61-60.

- Ossandón, J. (2012). Quand le crédit à la consommation classe les gens et les choses. Une revue de littérature et un programme de recherche. *Revue française de socio-économie*, 1, 83-100.
- Owolabi, J. O., Abubakar, B. Z., & Amodu, M. Y. (2011). Assessment of farmers (women)' access to agricultural extension, inputs and credit facility in Sabon-Gari Local Government Area of Kaduna State. *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences*, 19(1), 87-92.
- Oyedele, G. A., Akintola, J. O., Rahji, M. A. Y., & Omonona, B. T. (2009). Credit constrained condition of farm households and profitability of agricultural production in Nigeria agriculture. *Agricultural Journal*, 4(4), 192-201.
- PADN. (2016). *Bonnes pratiques de production de pommes de terre dans les Niayes*. Dakar, Sénégal : Le Programme d'Aménagement et de Développement dans les Niayes (PADN).
- Pageès, J. (2010). *Statistique générale pour utilisateurs. Méthodologie*. Presses universitaires de Rennes.
- Paillard, S., Treyer, S., & Dorin, B. (2014). *Agrimonde – scenarios and challenges for feeding the world in 2050*. Washington, DC : Springer Science & Business Media, Inc.
- Palm, C. A., Myers, R. J., & Nandwa, S. M. (1997). Combined use of organic and inorganic nutrient sources for soil fertility maintenance and replenishment. *Replenishing soil fertility in Africa, (replenishingsoi)*, 193-217.
- Paulino, L. A. (1987). *The evolving food situation*. Baltimore : Hopkins University Press.
- Pender, J. L., & Kerr, J. M. (1998). Determinants of farmers' indigenous soil and water conservation investments in semi-arid India. *Agricultural Economics*, 19(1-2), 113-125.
- Pender, J., Nkonya, E., Jagger, P., Sserunkuuma, D., & Ssali, H. (2004). Strategies to increase agricultural productivity and reduce land degradation : Evidence from Uganda. *Agricultural Economics*, 31, 181-195.
- Pender, J., Nkonya, E., Jagger, P., Sserunkuuma, D., & Ssali, H. (2003). *Strategies to increase agricultural productivity and reduce land degradation : Evidence from Uganda*. Contributed paper selected for presentation at the 25th International Conference of Agricultural Economists, August 16-22, 2003, Durban, South Africa.
- Petit, M. (1975). Farmers' adoption of technical innovations. *European Review of Agricultural Economics*, 3 (2/3), 293-322.
- Piette, F. (2006). *Les déterminants de la productivité agricole dans le nord-est du Brésil, une interrogation sur la relation négative entre la productivité et la taille des fermes*. Thèse, Université de Montréal, Montréal, Canada.
- Pimentel, D., Acquay, H., Biltonen, M., Rice, P., Silva, M., Nelson, J., ... & D'amore, M. (1992). Environmental and economic costs of pesticide use. *BioScience*, 42(10), 750-760.
- Pimentel, D., McLaughlin, L., Zepp, A., Lakitan, B., Kraus, T., Kleinman, P., ... & Selig, G. (1991). Environmental and economic effects of reducing pesticide use. *BioScience*, 41(6), 402-409.

- Place, F., Barrett, C. B., Freeman, H. A., Ramisch, J. J., & Vanlauwe, B. (2003). Prospects for integrated soil fertility management using organic and inorganic inputs : evidence from smallholder African agricultural systems. *Food Policy*, 28(4), 365-378.
- Porter, M. (1985). *L'Avantage concurrentiel : Comment devancer ses concurrents et maintenir son avance*. Paris : Dunod.
- Prasad, R., & Power, J. F. (1997). *Soil fertility management for sustainable agriculture*. Boca Raton (Florida, US) : CRC press.
- Pretty, J. (2002). People, livelihoods and collective action in biodiversity management. *Biodiversity, sustainability and human communities : protecting beyond the protected*, 61-86.
- Pretty, J., Toulmin, C., & Williams, S. (2011). Sustainable intensification in African agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 9, 5–24.
- Quesnay, F. (1756). *Fermiers*. Paris : Institut National d'Etudes Démographiques.
- Quesnay, F. (1757). *Grains*. Paris : Institut National d'Etudes Démographiques.
- Quesnay, F. (1758). *Le tableau économique*. London : Macmillan.
- Quoilin, S. (2010). *Analyse et enjeux d'un projet d'électrification rurale par microcentrale solaire au Lesotho* (Dissertation). Liège : Université de Liège.
- Rakotonindraina, T. F. (2012). *Analyse et modélisation des effets des pratiques culturales sur les épidémies de mildiou de la pomme de terre. Adaptation du modèle SIPPOM (Simulator for Integrated Pathogen POPulation Management) au pathosystème*. Thèse de doctorat, Université de Toulouse, France.
- Rawlins, R., Pimkina, S., Barrett, C. B., Pedersen, S., & Wydick, B. (2014). Got milk ? The impact of Heifer International's livestock donation programs in Rwanda on nutritional outcomes. *Food Policy*, 44, 202–213.
- RCA. (2009). *Umurenge SACCO strategy*. Kigali : Rwanda Cooperative Agency (RCA).
- REMA. (2009). *Rwanda State of Environment and Outlook report*. Kigali : Rwanda Environment Management Authority (REMA).
- REMA. (2010). *Practical Tools on Soil and Water Conservation Measures* (REMA Tool and Guideline No. 5). Kigali : Rwanda Environment Management Authority (REMA).
- REMA. (2010a). *Practical Tools on Sustainable Agriculture* (REMA Tool and Guideline No. 4). Kigali : Rwanda Environment Management Authority (REMA).
- REMA. (2010b). *Practical Tools of Irrigated Agriculture on Non-Protected Wetlands* (REMA Tool and Guideline No. 7). Kigali : Rwanda Environment Management Authority (REMA).
- REMA. (2015). *Rwanda : State of the Environment and Outlook Report 2015*. Kigali : Rwanda Environment Management Authority (REMA).
- Remidi, B. (2014). *Efficacité économique de l'usage de l'eau agricole par des agricultures familiales*. Rapport de stage mémoire, Université Lumière Lyon 2, Lyon, France.
- Rémy, J. (2007). Les petites exploitations dans la politique agricole. *Pour*, 2, 43-48.

- Republic of Rwanda. (2020). Rwanda Vision 2050 (Abridged version). Kigali : the Republic of Rwanda.
- Reynaud, A. (2009). Adaptation à court et à long terme de l'agriculture au risque de sécheresse : une approche par couplage de modèles biophysiques et économiques. *Revue d'Etudes en Agriculture et Environnement*, 90(2), 121-154.
- Ricardo, D. (1817). *Principes de l'économie politique et de l'impôt*. Paris : Editions Ellipses.
- Ringler, C., Zhu, T., Cai, X., Koo, J., & Wang, D. (2010). *Climate change impacts on food security in sub-Saharan Africa. Insights from Comprehensive Climate Change Scenarios*. Rome : United Nations Food and Agriculture Organization.
- RIU. (2010). *Potato innovation platform*. Research Into Use (RIU) Rwanda. Available at <http://www.researchintouse.com/programmes/riu-rwanda/riu-rw42innovplatpotato.html> [consulté le 10 avril 2018].
- Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of innovations* (3rd edition). New York : The Free Press.
- Roose, E., & Ndayizigiye, F. (1997). Agroforestry, water and soil fertility management to fight erosion in tropical mountains of Rwanda. *Soil Technology*, 11(1), 109-119.
- RoR. (2000). *Rwanda Vision 2020* (Revised in 2012). Kigali : Republic of Rwanda (RoR).
- RoR. (2011). *Green Growth and Climate Resilience : National Strategy for Climate Change and Low Carbon Development*. October 2011, Kigali : Republic of Rwanda (RoR).
- RoR. (2017). *National Strategy for Transformation I (NSTI)*. September 2017, Kigali : Republic of Rwanda (RoR).
- Roussy, C., Ridier, A., & Chaib, K. (2015). *Adoption d'innovations par les agriculteurs : rôle des perceptions et des préférences*. Paris : Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).
- Rukundo, P. (2019). *Overview of potato in Rwanda*. Kigali : Rwanda Agriculture Board (RAB).
- Rushemuka, P. N., Bock, L., & Mowo, J. G. (2014). Soil science and agricultural development in Rwanda : state of the art. A review. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 18(1), 142-154.
- Rutten, L., & Boto, I. (2014). *Révolutionner le financement des chaînes de valeur agricoles* (Briefing No. 35). Bruxelles : Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA).
- Salam, A., & Tufail, S. (2016). Economic Efficiency and Distortions to Incentives in Production of Cotton and Rice Crops in Punjab. *NUST Journal of Social Sciences and Humanities*, 2(1), 29-49.
- Salisu, A. B., Shakuga, J. E. and Dagi, M. B. (2015). Profitability Analysis of Small scale Egg Production in Bauchi Metropolis, Bauchi State, Nigeria. Agriculture : A Review Focus for Economic Development in Nigeria. In M. B. Dagi (Ed.), *Proceedings of the 29th Annual Conference of Farm Management Association of Nigeria, Dutse 2015*. Pp. 524.
- Sanginga, N., & Mbabu, A. (2015). *Root and tuber crops (cassava, yam, potato and sweet potato)*. Abidjan : African Development Bank.

- Sanogo, C. A., Elhadji Mahamane, M. L., Khennas, S., Konandji, H., van de Plas, J. R., & Girard, P. (2006). *Techniques améliorées de carbonisation au Sahel*. PREDAS et UE, coll. Les guides techniques du PREDAS.
- Sari, B. J. W. P., & Prajanti, S. D. W. (2016). Competitive Advantage Analysis of Soybean Farming in Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pembangunan : Kajian Masalah Ekonomi dan Pembangunan*, 17(2), 143-151.
- Sarma, P. K. (2021). Adoption and impact of super granulated urea (guti urea) technology on farm productivity in Bangladesh : A Heckman two-stage model approach. *Environmental Challenges*, 5, 100228.
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients : appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763-1768.
- Scott, G. J. (1988). *Potatoes in Central Africa : A Study of Burundi, Rwanda, and Zaire*. Lima : International Potato Centre.
- Scott, G. J., & Griffon, D. (Eds.) (1998). *Prix, produits et acteurs. Méthodes pour analyser la commercialisation agricole dans les pays en développement*. Paris : CIRAD (Montpellier) & Lima : Karthala (Centre International de la Pomme de terre).
- Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique (2010). *Eau potable, biodiversité et développement : Un guide des bonnes pratiques*. Montréal : Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique (CBD).
- Sekkat, K. (1987). Filières de production : revue de littérature et comparaison avec la théorie néoclassique. *L'Actualité Economique*, 63, 118-142.
- Shaaban, H., & Kisetu, E. (2014). Response of Irish Potato to NPK fertilizer application and its economic return when grown on an Ultisol of Morogoro, Tanzania. *Journal of Agriculture and Crop Resources*, 2(9), 188-196.
- Shaffer, J. D. (1973). On the concept of subsector studies. *American Journal of Agricultural Economics*, 55(2), 333-335.
- Sheng, Y., Ding, J., & Huang, J. (2019). The relationship between farm size and productivity in agriculture : Evidence from maize production in Northern China. *American Journal of Agricultural Economics*, 101(3), 790-806.
- Sienso, G., Asuming-Brempong, S., & Amegashie, D. P. (2014). Estimating the efficiency of maize farmers in Ghana. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*, 3(6), 705-720.
- Silué, N. Z., Dao, D., Valerie-Kouame, H. K., & Kone, M. (2019). Analyse de la rentabilité économique des systèmes de production à base d'igname : cas des sites de Leo et Midebdo au Burkina Faso. *Agronomie Africaine*, 31(1), 59-68.
- Smith, A. (1776). *Recherches sur la nature et les richesses des nations*. Paris : Economica.
- Sodjinou, E., & Mensah, G. A. (2007). Analyse technico-économique de l'aulacodiculture au Nord-Bénin : Déterminants d'adoption. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 57, 26-39.
- Sourisseau, J. M., Kahane, R., Fabre, P., & Hubert, B. (Éds.) (2015). *Actes des Rencontres internationales : Agricultures familiales et recherche* (Ateliers, Montpellier, 1-3 Juin 2014). Montpellier : Agropolis International.
- Student [Gosset, W. S.] (1908). The probable error of a mean. *Biometrika*, 6, 1-25.

- Tenand, M. (2016). Hausse des dépenses de la santé. Quel rôle joue le vieillissement démographique ? *Médecine/sciences*, 32(2), 204-210.
- Tesfaye, W., & Tirivayi, N. (2018). The effect of improved storage innovations on food security and welfare in Ethiopia. *Food Policy*, 75, 52-67.
- Tester, M., & Langridge, P. (2010). Breeding technologies to increase crop production in a changing world. *Science*, 327(5967), 818-822.
- Teulon, F. (1998). *Introduction à l'économie* (3^e édition corrigée). Paris : Presses Universitaires de France.
- Tijjani, H., Tijani, B. A., Tijjani, A. N., & Sadiq, M. A. (2012). Economic analysis of poultry egg production in Maiduguri and environs of Borno State, Nigeria. *Scholarly Journal of Agricultural Science*, 2(12), 319-324.
- Tittonell, P., & Giller, K. E. (2013). When yield gaps are poverty traps : The paradigm of ecological intensification in African smallholder agriculture. *Field Crops Research*, 143, 76-90.
- Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2009). *Economic Development* (10th edition). Harlow, etc. : Pearson Education.
- Tollet, R. (1982). Approches méthodologiques de la politique industrielle au travers du concept de filière. *Cahiers Economiques de Bruxelles*, 96, 496-522.
- Trèche, S. (1997). Importance de l'utilisation des racines, tubercules et bananes à cuire en alimentation humaine dans le monde. *Cahiers de la Recherche Développement*, 43, 95-109.
- Troeh, F. R., Hobbs, J. A., & Donahue, R. L. (1991). *Soil and Water Conservation*. Englewood Cliffs, N. J. : Prentice Hall.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty : Heuristics and biases. *Science*, 185(4157), 1124-1131.
- UNCCD. (2004). *Troisième rapport national sur la mise en œuvre de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la Désertification-Rwanda*. Kigali : United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD).
- Union Africaine. (2015). *Synthèse de la Déclaration de Malabo sur le PDDAA et d'autres décisions en rapport avec l'UA*. Addis Abeba : Union Africaine (UA), Direction d'Economie Rurale et Agriculture (DREA).
- USAID, & PSDAG. (2015). *Internal Assessment of Access to Finance for Agriculture*. Kigali : United States Agency for International Development (USAID) and the Rwanda Private Sector Driven Agricultural Growth program (PSDAG).
- Uwamariya, L., Fabiola, H., & Zalia, T. (1990). *Etude sur les engrais minéraux et les pesticides au Rwanda*. Kigali : République rwandaise, Ministère de l'agriculture, de l'élevage et des forêts, Division des statistiques agricoles.
- van Elst, H. (2019). *Foundations of descriptive and inferential statistics. Lecture notes for a quantitative – methodological module at the bachelor degree (B.Sc) level*. Köln : parcIT GmbH. E-Print: arXiv:1302.2525v4 [stat.AP]
- Vanlauwe, B., Coyne, D., Gockowski, J., Hauser, S., Huising, J., Masso, C., Nziguheba, G., Schut, M., & Van Asten, P. (2014). Sustainable intensification and the African smallholder. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8, 15-22.
- Védie, H.-L. (2011). *Microéconomie en 24 fiches* (3^e édition). Paris : Dunod.

- Verdoodt, A., & Van Ranst, E. (2003). *Land evaluation for agricultural production in the tropics : a large scale land suitability classification for Rwanda*. Gent, Belgium : Ghent University, Laboratory of Soil Science.
- Vlek, P. L., Kühne, R. F., & Denich, M. (1997). Nutrient resources for crop production in the tropics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B : Biological Sciences*, 352(1356), 975-985.
- Vognan, G., Glin, L., Bamba, I., Ouattara, B. M., & Nicolay, G. (2017). Analyse comparative de la rentabilité des systèmes de production de coton biologique, conventionnel et transgénique au Burkina Faso. *Tropicultura*, 35(1), 12-24.
- Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1944). *Theory of games and economic behavior* (1st Edition). Princeton : Princeton University Press.
- Walras, L. (1926). *Eléments d'économie politique pure ou théorie de la richesse sociale* (Edition définitive, revue et augmentée par l'auteur). Paris : R. Pichon et R. Durand-Auzias (Editeurs).
- Ward, J. H. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58(301), 236-244.
- Wauters, E., van Winsen, F., De Mey, Y., & Lauwers, L. (2014). Risk perception, attitudes towards risk and risk management : evidence and implications. *Agricultural Economics – Czech*, 60, 389-405.
- Weber, A. (1929). *Theory of the location of industries*. Chicago : University of Chicago Press.
- Wooldridge, J. M. (2002). *Econometric analysis of cross section and panel data*. Massachusetts, etc. : MIT press.
- Wooldridge, J. M. (2013). *Introductory Econometrics : A Modern Approach* (5th Edition). Mason : South-Western Cengage Learning.
- World Bank, & Government of Rwanda. (2020). *Overview : Future Drivers of Growth in Rwanda : Innovation, Integration, Agglomeration, and Competition*. Washington, DC : The International Bank for Reconstruction and Development/World Bank.
- World Bank. (2008). *World Development report 2008 : Agriculture for Development*. Washington, DC : World Bank Publications.
- World Bank. (2009). *International potato year 2008 report*. Washington, DC : World Bank Publications.
- World Bank. (2014). *Agricultural Growth in Rwanda : Recent Performance, Challenges and Opportunities* (Rwanda Agriculture Policy Note). Washington, DC : The International Bank for Reconstruction and Development / World Bank.
- World Bank. (2017a). *Doing Business 2017- Equal Opportunity for All* (14th edition). Washington, DC : International Bank for Reconstruction and Development/World Bank.
- World Bank. (2017b). *Enabling Business of Agriculture 2017 Rwanda Profile*. Washington, DC : International Bank for Reconstruction and Development/World Bank.
- World Food Programme (WFP), & United Nations International Children's Emergency Fund (UNICEF). (2016). *Technical Guidance for the Joint*

- Approach to Nutrition and Food Security Assessment*. Nairobi : World Food Programme (WFP) and United Nations International Children's Emergency Fund (UNICEF).
- World Food Programme (WFP). (2015). *Consolidated Approach to Reporting Indicators of Food Security (CARI)* (2nd edition). Rome : United Nations World Food Programme (WFP).
- Yakete-Wetonoubena, J. C. P., & Mbetid-Bessane, E. (2019). Éducation, un déterminant de la productivité agricole en République Centrafricaine. *Afrique SCIENCE*, 15(4), 51-59.
- Yamane, T. (1967). *Statistics : an introductory analysis* (2nd edition). New York : Harper and Row.
- Yirga, C., & Alemu, D. (2016). Adoption of crop technologies among smallholder farmers in Ethiopia : implications for research and development. *Ethiopian Journal of Agricultural Sciences*, EIAR 50th Year Jubilee Anniversary Special, 1-16.
- Zhao, G., Mu, X., Wen, Z., Wang, F., & Gao, P. (2013). Soil erosion, conservation, and eco-environment changes in the loess plateau of China. *Land Degradation & Development*, 24(5), 499-510.
- Zhu, Z. L., & Chen, D. L. (2002). Nitrogen fertilizer use in China : Contributions to food production, impacts on the environment and best management strategies. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 63(2-3), 117-127.
- Zweig, G. (Ed.). (2013). *Principles, Methods, and General Applications : Analytical Methods for Pesticides, Plant Growth Regulators, and Food Additives* (Vol. 1). New York, San Francisco, and London : Academic Press, Inc.

Annexes

Annexe 1. Questionnaire d'enquête destiné aux exploitants agricoles dans la région agricole des sols de laves au Rwanda

Je suis Aristide Maniriho, doctorant à l'Université de Liège et à l'Université du Rwanda. Dans ce cadre, je fais une recherche intitulée "Productivité, efficacité et rentabilité des petites exploitations agricoles dans la région des sols de laves au Rwanda" dans le cadre de ma thèse. Je vous demanderais de m'aider à accomplir cette tâche en me fournissant les informations nécessaires. Je vous supplie alors de remplir le questionnaire ci annexé. Je vous garantis que toutes ces informations seront aux seules fins de la recherche de manière clandestine et anonyme.

Je vous remercie beaucoup !

Aristide Maniriho

Section 1. Caractéristiques sociodémographiques des répondants

Voudriez-vous volontairement participer à cette recherche ?		Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
Nom et prénom (optionnel) -----			
Numéro national de l'identité -----			
Sexe	Masculin <input type="checkbox"/>	Féminin <input type="checkbox"/>	Age (ans): -----
District : -----		Secteur : -----	Cellule : ----- Village : ----
Etat civil	1. Marié <input type="checkbox"/>	3. Divorcé <input type="checkbox"/>	5. Veuf (ve) <input type="checkbox"/>
	2. Marié (illégal) <input type="checkbox"/>	4. Séparé <input type="checkbox"/>	6. Célibataire <input type="checkbox"/>
Education du répondant	1. Pas été à l'école <input type="checkbox"/>	4. Secondaire (mi-parcours) <input type="checkbox"/>	7. Université (mi-parcours) <input type="checkbox"/>
	2. Primaire (mi-parcours) <input type="checkbox"/>	5. Secondaire complète <input type="checkbox"/>	8. Université complète <input type="checkbox"/>
	3. Primaire complète <input type="checkbox"/>	6. Technique et vocationnel <input type="checkbox"/>	9. Rien signalé <input type="checkbox"/>
Activité principale du chef de ménage	1. Agriculteur indépendant <input type="checkbox"/>	3. Salarié agricole <input type="checkbox"/>	5. Travail agricole non salarié <input type="checkbox"/>
	2. Indépendant non agricole <input type="checkbox"/>	4. Salarié non agricole <input type="checkbox"/>	6. Autre (préciser) : -----
Activité principale du (de la) conjoint(e)	1. Agriculteur indépendant <input type="checkbox"/>	3. Salarié agricole <input type="checkbox"/>	5. Travail agricole non salarié <input type="checkbox"/>
	2. Indépendant non agricole <input type="checkbox"/>	4. Salarié non agricole <input type="checkbox"/>	6. Autre (préciser) : -----
Taille du ménage : -----		Nombre d'adultes : -----	

Section 2. Conditions d'habitat des petits exploitants agricoles

Question 1. Le ménage vit-il dans un habitat groupé « <i>umudugudu</i> », le nouveau logement recommandé ?			
<i>Réponses</i>	1. Oui <input type="checkbox"/>	2. Non <input type="checkbox"/>	
	Si oui, depuis quand habite-t-il à "Umudugudu" ?		
	1. Moins d'une année <input type="checkbox"/>	2. Entre 1 et 5 ans <input type="checkbox"/>	3. Entre 5 and 10 ans <input type="checkbox"/>
		4. Plus de 10 ans <input type="checkbox"/>	
Question 2. Quel est votre statut d'occupation dans cette maison?			
	1. Propriétaire <input type="checkbox"/>	3. Occupant libre (sans paiement exigé) <input type="checkbox"/>	
	2. Locataire <input type="checkbox"/>	4. Autres (préciser) : -----	
Question 3. Quelle est l'état de votre maison d'habitation ?			
<i>Réponses</i>	Toit amélioré (tôle de fer et tuiles d'argile vs autres)	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
	Plancher (<i>floor</i>) amélioré (dalles en béton / ciment et argile vs autres)	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
	Mur amélioré (ciment avec boue / ciment / briques cuites et arbres, etc.)	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
	Toilettes améliorées (chasse d'eau et puits avec sol, murs et toit vs autres)	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
Question 4. Partagez-vous les toilettes avec d'autres ménages ?		Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
Question 5. Avez-vous accès à l'eau amélioré ?			
<i>Réponses</i>	Accès au robinet domestique	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
	Accès au robinet public	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
	Accès au forage avec pompe	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>
	Autres sources (préciser) : -----		
Question 6. Payez-vous de l'argent pour avoir accès à l'eau de cette source principale ?		1. Oui <input type="checkbox"/>	2. Non <input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	
Question 7. En moyenne, combien de litres d'eau votre ménage utilise-t-il par jour ?		-----	Litres/jour
Question 8. Quelle est la distance en km à la source d'eau principale ?			
Réponse	1. Moins de 30 minutes <input type="checkbox"/>	2. Entre 30 minutes et 1 heure <input type="checkbox"/>	3. Plus d'une heure <input type="checkbox"/>
Question 9. Comment vous ou les membres de votre ménage allez-vous à cette source d'eau principale ?			
<i>Réponses</i>	1. A pieds <input type="checkbox"/>	2. A vélo <input type="checkbox"/>	3. A moto <input type="checkbox"/>
	5. Main d'œuvre <input type="checkbox"/>	6. Autres (à préciser) : -----	4. En véhicule <input type="checkbox"/>
Question 10. Y a-t-il un moment dans l'année où votre ménage utilise une autre source d'eau ?			
<i>Réponse</i>	1. Oui <input type="checkbox"/>	2. Non <input type="checkbox"/>	
	Si oui, quelle est cette source ? (Préciser SVP!) : -----		
Question 11. Qu'est-ce que votre ménage fait normalement avec son eau avant de le boire ?			
<i>Réponses</i>	1. Bouillir <input type="checkbox"/>	3. Filtre en céramique, sable ou autre <input type="checkbox"/>	5. Sédimentation <input type="checkbox"/>

2. Filtrer par un tissu <input type="checkbox"/>	4. Comprimés de purification/chlore <input type="checkbox"/>	6. On ne fait rien <input type="checkbox"/>		
Question 12. Quelle source d'énergie utilisez-vous le plus souvent pour cuisiner ?				
Réponses	Gaz <input type="checkbox"/>	Biogaz <input type="checkbox"/>	Charbon de bois <input type="checkbox"/>	Résidus de plantes/ bouse de vache <input type="checkbox"/>
	Electricité <input type="checkbox"/>	Bois <input type="checkbox"/>	Kérosène <input type="checkbox"/>	Autres : -----

Section 3. Accès et coûts des intrants, actifs productifs, production, et marché

Question 13. Pendant combien d'années faites-vous les exploitations agricoles ?		----- ans
	13b. Votre famille vit-elle de l'agriculture seule ?	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
	13c. Sinon, quel est votre revenu non agricole ?	FRW : ----- (par mois /trimestre /an)
Question 14. Etes-vous membre d'une coopérative agricole ?		1. Oui <input type="checkbox"/> 2. Non <input type="checkbox"/>
	Si oui, depuis combien d'années ?	----- ans
Question 15. Quelle culture avez-vous cultivée pendant la saison 2019 B?		
Réponse	2. Pomme de terre <input type="checkbox"/>	4. Haricots <input type="checkbox"/>
	3. Mais <input type="checkbox"/>	6. Blé <input type="checkbox"/>
	8. Oignon rouge <input type="checkbox"/>	10. Carot <input type="checkbox"/>
	7. Sorgho <input type="checkbox"/>	9. Oignon blanc <input type="checkbox"/>
		11. Chou te <input type="checkbox"/>
Question 16. Depuis combien d'années tu exploite cette culture ?		----- ans
Question 17. Quelle sont la surface et les coordonnées de la terre que tu as cultivée ?		----- mètres carrés (sqr. m)
Question 18. Cette terre t'appartient-elle (avec un titre de propriété) ?		1. Oui <input type="checkbox"/> 2. Non <input type="checkbox"/>
Question 19. Combien payez-vous pour la rente ? Quel est le coût de location pour le champ comme le vôtre ?		----- FRW/an
Question 20. Quels sont et combien a coûté les intrants que tu as utilisés ?		
	Produits/travaux	Prix unitaire
	x	(FRW)
	Quantité	Coût total
	(FRW)	(FRW)
Intrants agricoles (utiliser les unités de mesure courantes)	Plants de PdT/semences	-----
	NPK 17-17-17	-----
	DAP	-----
	Urée	-----
	Potassium	-----
	Fumier	-----
	Autres fertilisants	-----

	Dithane	-----	-----	-----
	Oxychlorure de cuivre	-----	-----	-----
	Ridomil	-----	-----	-----
	Thiodan	-----	-----	-----
	DDT	-----	-----	-----
	Autres pesticides	-----	-----	-----
Main d'œuvre (Indiquez le nombre de travailleurs pour chaque activité et le coût SVP)	Labour	-----	-----	-----
	Emiettage/sillon	-----	-----	-----
	Epannage d'engrais	-----	-----	-----
	Plantation	-----	-----	-----
	Buttage	-----	-----	-----
	Sarclage	-----	-----	-----
	Engrais second passage	-----	-----	-----
	Pulvérisation	-----	-----	-----
	Nettoyage	-----	-----	-----
	Récolte	-----	-----	-----
	Tri/conditionnement	-----	-----	-----
Autres	Transport	-----	-----	-----
	Amortissement	-----	-----	-----
	Location terrain	-----	-----	-----
Question 21. Quels matériels agricoles disposez-vous ? Remplissez ce tableau SVP !				
Réponse	Matériels	Quantité	Valeur unitaire	Valeur totale
	Houes de jardin	-----	-----	-----
	Fourches	-----	-----	-----
	Pioches	-----	-----	-----
	Arrosoirs	-----	-----	-----
	Pompes à usage agricole	-----	-----	-----
	Vêtements de jardinage	-----	-----	-----
	Autres	-----	-----	-----
Question 22. D'où proviennent les semences que vous utilisez ? (NB : plusieurs réponses sont possibles)				
Préparées par moi/membre du ménage <input type="checkbox"/> Préparées par notre coopérative <input type="checkbox"/>				
Par multiplicateurs des semences <input type="checkbox"/> par RAB <input type="checkbox"/> Autres (préciser): -----				
-----/-----/----- kilogrammes				
Question 23. Quelle a été ta production à la fin de la saison ? (Kg)				

<i>Réponse</i>	Comment as-tu utilisé cette production ?				
	Vendue /-----/ Kg	Consommée /-----/ Kg	Semences /-----/ Kg	Autres /-----/ Kg	
Question 24. Si une partie de la production a été vendue, quel a été le prix de vente ?				/-----/ FRW/Kg	
Question 25a. Où as-tu vendu ta production ?					
<i>Réponse</i>	Aux champs <input type="checkbox"/>		Au RAB <input type="checkbox"/>	A la coopérative <input type="checkbox"/>	
	Au marché environnant <input type="checkbox"/> Ailleurs (à préciser) : -----				
	Il prend combien de temps pour arriver au marché ?				
	1. Moins de 30 minutes <input type="checkbox"/>		2. Entre 30 minutes et 1 heure <input type="checkbox"/>	3. Plus d'une heure <input type="checkbox"/>	
	Ce marché se situe-t-il dans votre village ?		1. Oui <input type="checkbox"/>	2. Non <input type="checkbox"/>	
				/-----/	
Question 26. Si cela a exigé le transport, combien a coûté ce dernier ?				FRW	
Question 27. A quel degré les cultivateurs participent dans la fixation des prix ?					
<i>Réponse</i>	Tout à fait élevé <input type="checkbox"/>		Elevé <input type="checkbox"/>	Pas de précision <input type="checkbox"/>	Tout à fait faible <input type="checkbox"/>
	Expliquez votre réponse SVP : ----- -				
Question 28. A quel niveau est-il facile pour vous d'accéder au marché de votre production ?					
<i>Réponse</i>	5. Tout à fait facile <input type="checkbox"/>		4. Facile e <input type="checkbox"/>	3. Pas de précision <input type="checkbox"/>	1. Tout à fait 2. Difficile e <input type="checkbox"/>
	Expliquez votre réponse SVP ! : -----				
Question 29.a) As-tu quelques animaux domestiques ?				1. Oui <input type="checkbox"/>	2. Non <input type="checkbox"/>
<i>Réponse</i>	Si oui, indiquez le nombre de chaque espèce !				
	Vaches : --		Porcs : -----	Moutons : -----	Chèvres : -- Autres : ----
Question 30. As-tu jamais demandé et été donné un crédit ?				1. Oui <input type="checkbox"/>	2. Non <input type="checkbox"/>
Si oui, précisez le montant bénéficié				----- FRW	
Question 31. De qui as-tu reçu ce montant de crédit ?					
<i>Réponse</i>	Coopérative <input type="checkbox"/>		Banque /SACCO <input type="checkbox"/>	Tontine (Ikimina) <input type="checkbox"/>	
	Du gouvernement (voucher system/bons) <input type="checkbox"/> Autres (préciser) : -----				
Question 32. Quels sont problèmes majeurs que vous rencontrez actuellement qui entravent le développement agricole ? (NB : plusieurs réponses sont possibles).					
<i>Réponse</i>	Inondation <input type="checkbox"/>	Maladies des cultures <input type="checkbox"/>	Changement de climat <input type="checkbox"/>	Perte de fertilité du sol <input type="checkbox"/>	
	Sécheresse <input type="checkbox"/>	Glissement de terrain <input type="checkbox"/>	Essaims de sauterelles <input type="checkbox"/>	Animaux en divagation <input type="checkbox"/>	
	Erosion <input type="checkbox"/>	Pluie tardive <input type="checkbox"/>	Pluie destructive <input type="checkbox"/>	Autres <input type="checkbox"/>	

Question 33. Que pouvez-vous proposer comme stratégies de développement agricole dans cette région ?

<i>Réponse</i>	----- ----- -----
----------------	-------------------------

Section 4. Les stratégies des petits producteurs pour la bonne gestion de la fertilité des sols

Question 34. Quelle(s) variété(s) as-tu cultivée(s) pendant la saison dernière? (voir **Réponse question 15 !**)

<i>Réponse</i>	-----
----------------	-------

Question 35. Pourquoi as-tu choisi ces variétés ? (NB : plusieurs réponses sont possibles !)

<i>Réponse</i>	Variété(s) à haut rendement <input type="checkbox"/>	Courte durée de production <input type="checkbox"/>
	Variété(s) résistant aux maladies <input type="checkbox"/>	Bien préférée(s) par les consommateurs <input type="checkbox"/>
	Autres (précisez SVP !) : -----	

Question 36. Quelle culture as-tu cultivée pendant la saison 2019 B ? -----

Question 37. A quel degré êtes-vous d'accord avec les déclarations suivantes? (NB : Choisissez une réponse qui vous convient le mieux en mettant **X** dans la case correspondante du tableau SVP !)

Déclarations	Tout à fait d'accord	D'accord	Pas d'accord	Pas du tout d'accord	Je n'en sais rien
Une rotation appropriée des cultures est très importante pour la fertilité et la productivité des sols	<input type="checkbox"/>				
La protection des sols contre l'érosion contribue à sa fertilité et à sa productivité	<input type="checkbox"/>				
Les engrais chimiques ne sont la même source de fertilité et productivité des terres cultivées	<input type="checkbox"/>				
Le fumier est une source irremplaçable de fertilité et de productivité du sol	<input type="checkbox"/>				
Les engrais chimiques bien combinés avec le fumier contribuent fortement à la	<input type="checkbox"/>				

fertilité du sol					
La technique visant la fertilité du sol avec le minimum d'engrais chimiques sera préférable	<input type="checkbox"/>				
Les pratiques agricoles pratiquées affectent la fertilité du sol	<input type="checkbox"/>				
Les cultures intercalaires maintiennent la fertilité du sol en termes de propriétés chimiques	<input type="checkbox"/>				
Arbres agroforestiers sont très importants pour l'amélioration de la fertilité des sols	<input type="checkbox"/>				

Question 38. A quel niveau ? Quelles pratiques agricoles que vous utilisez sur vos champs ? Choisissez une réponse qui vous convient le mieux en mettant X dans la case correspondante du tableau SVP !)

Pratiques agricoles	Largement pratiquée (5)	Pratiquée (4)	Peu pratiquée (3)	Très peu pratiquée (2)	Pas du tout pratiquée (1)
Combinaison de l'agriculture et de l'élevage	<input type="checkbox"/>				
Plantation au temps opportun	<input type="checkbox"/>				
Récolte au temps opportun	<input type="checkbox"/>				
Pratique de la jachère	<input type="checkbox"/>				
Rotation des cultures	<input type="checkbox"/>				
Agriculture intégrée	<input type="checkbox"/>				
Utilisation appropriée des engrais	<input type="checkbox"/>				
Usage du fumier	<input type="checkbox"/>				
Usage des pesticides	<input type="checkbox"/>				
Remise des résidus des plantes dans le sol	<input type="checkbox"/>				
Pratique du paillage	<input type="checkbox"/>				
Combinaison appropriée de fumier et d'engrais	<input type="checkbox"/>				

chimiques

Section 5. Stratégies des ménages des petits producteurs agricoles pour répondre à la crise alimentaire

Question 39. Dans les **30 jours derniers**, y a-t-il un membre de la famille qui a pris l'une des décisions suivantes pour répondre à la crise alimentaire ?

39.1 Décisions / Comportements	0=Oui 2 = Non, tous les biens ont été vendus / ou je ne veux pas continuer à faire ainsi 3= Non, je n'ai jamais eu l'occasion (la possibilité) de le faire 4=Ce n'est pas applicable	1= No, car il n'était pas nécessaire ou je ne veux pas continuer à faire ainsi
39.1A Biens et actifs du ménage vendus (radio, meubles, télévision, bijoux, etc.) (Stress)		/-----/
39.1B Dépenses des épargnes constituées (Stress)		/-----/
39.1C Vendu plus d'animaux (non productifs) que d'habitude (Stress)		/-----/
39.1D Achat de nourriture à crédit ou emprunté (Stress)		/-----/
39.1E Récoltes des cultures immatures (par exemple, maïs vert) (Crise)		/-----/
39.1F Consommation des stocks de semences conservés pour la saison suivante (Crise)		/-----/
39.1G Diminution des dépenses en engrais, pesticides, fourrage, aliments pour animaux, soins vétérinaires, etc. (Crise)		/-----/
39.1H Mendier (Urgence)		/-----/
39.1I Vendu dernier animal femelle / <i>Sold last female animals</i> (Urgence)		/-----/
39.1J Migration du ménage tout entier (Urgence)		/-----/
39.1K Autres stratégies (choisir toutes les stratégies qui s'appliquent à ta situation en mettant le symbole √ dans la case correspondante) :		
39.1K1 Nourriture moins chère ou moins préférée <input type="checkbox"/>	39.1K6 Migration de longue durée (plus de 6 mois) <input type="checkbox"/>	39.1K11 Vendre le bétail non reproducteur <input type="checkbox"/>
39.1K2 Emprunter de la nourriture ou compter sur l'aide <input type="checkbox"/>	39.1K7 Réduire les dépenses non alimentaires <input type="checkbox"/>	39.1K12 Vendre une parcelle (partie de la terre) <input type="checkbox"/>
39.1K3 Réduire la quantité consommée par repas <input type="checkbox"/>	39.1K8 Emprunter de l'argent <input type="checkbox"/>	39.1K13 Envoyer des enfants travailler pour l'argent <input type="checkbox"/>
39.1K4 Réduire le nombre de repas quotidiens <input type="checkbox"/>	39.1K9 Vendre des intrants agricoles <input type="checkbox"/>	39.1K14 Envoyer des enfants travailler pour la nourriture <input type="checkbox"/>
39.1K5 Passer des jours sans manger <input type="checkbox"/>	39.1K10 Vendre du bétail reproducteur <input type="checkbox"/>	

Section 6. La consommation des exploitants agricoles

Question 40. Hier, combien de fois les adultes de ce ménage ont-ils mangé ?		---- fois	
Question 41. Est-ce habituel à cette période de l'année ?	0 = Oui, c'est habituel 1 = Non, c'est plus que d'habitude	2 = Non, c'est moins que d'habitude	
Question 42. Hier, combien de fois les enfants (<15 ans) de ce ménage ont-ils mangé ?		----- fois	
Question 43. Est-ce habituel pour vos enfants à cette période de l'année ?	0 = Oui, c'est habituel 1 = Non, c'est plus que d'habitude	2 = Moins que d'habitude 99=Pas d'enfants	
Question 44. Pourriez-vous me dire combien de jours au cours des 7 derniers jours votre ménage a mangé les aliments suivants et quelle en était la source (utilisez les codes ci-dessous, entrez 0 pour les aliments non consommés au cours des 7 derniers jours et, s'il existe plusieurs sources, indiquez celle principale)			
Produits alimentaires	Avez-vous consommé ce produit alimentaire dans votre ménage dans 24 heures ? 1 = Oui 2 = No	Combien de jours avez-vous consommé ce produit durant les 7 jours derniers ?	
44A CEREALES, GRAINS, RACINES ET TUBERCULES [2] Riz, pâtes, pain / gâteaux et / ou beignes, sorgho, millet, maïs, fonio, pomme de terre, igname, manioc, patate douce, taro et / ou autres tubercules	/-----/	/-----/	/-----/
44B LEGUMINEUSES ET NOISETTES [3] Haricots, niébé, cacahuètes, lentilles, noix, soja, pois cajan et / ou autres noix	/-----/	/-----/	/-----/
44C LEGUMES ET FEUILLES [1] Carotte, poivron rouge, citrouille, patate douce orange, épinards, brocolis, amarante et / ou autres feuilles vert foncé, feuilles de manioc, oignons, tomates, concombre, radis, haricots verts, pois, laitue, etc.	/-----/	/-----/	/-----/
44D FRUITS [1] Mangue, papaye, abricot, pêche, banane, pomme, citron, mandarine	/-----/	/-----/	/-----/
VIANDES ET POISSONS [4] Chèvre, bœuf, poulet, porc (viande en grande quantité et non comme condiment), Viandes du foie, des reins, du cœur et / ou d'autres organes, poisson, y compris le thon en conserve, l'escargot et / ou d'autres fruits de mer (poisson en grande quantité	/-----/	/-----/	/-----/

et non comme condiment), Poisson / Crustacés, Œufs			
44E LAIT ET AUTRES PRODUITS LAITIERS [4] Lait frais / aigre, yaourt, fromage, autres produits laitiers (excluez la margarine / le beurre ou les petites quantités de lait pour le thé ou le café)	/-----/	/-----/	/-----/
44F HUILES [0.5] Huile végétale, huile de palme, beurre de karité, margarine, autres matières grasses / huile	/-----/	/-----/	/-----/
44G SUCRE OU BONBONS [0.5] Sucre, miel, confiture, gâteaux, bonbons, biscuits, pâtisseries, gâteaux et autres boissons sucrées	/-----/	/-----/	/-----/
44H CONDIMENTS ET EPICES [0] Thé, café / cacao, sel, ail, épices, levure / levure chimique, lanwin, tomate / sauce, viande ou poisson en condiment, condiments comprenant une petite quantité de café au lait / thé.	/-----/	/-----/	/-----/
Sources des aliments (codes) : 1 = Production (plantes cultivées, animaux élevés), 2 = Achetés (Marchés) en espèces, 3 = Achetés (Marchés) à crédit, 4= Aides des ONG ou du Gouvernement, 5 = Aides par la famille ou amis, 6= Echange de nourriture contre le travail, 7= Autres sources (Chasse, Pêche, Cueillette)			

Section 7. Les dépenses alimentaires et non alimentaires du ménage

Question 45. Compléter le tableau suivant en précisant les dépenses **des 30 derniers jours** en franc rwandais de chaque article :

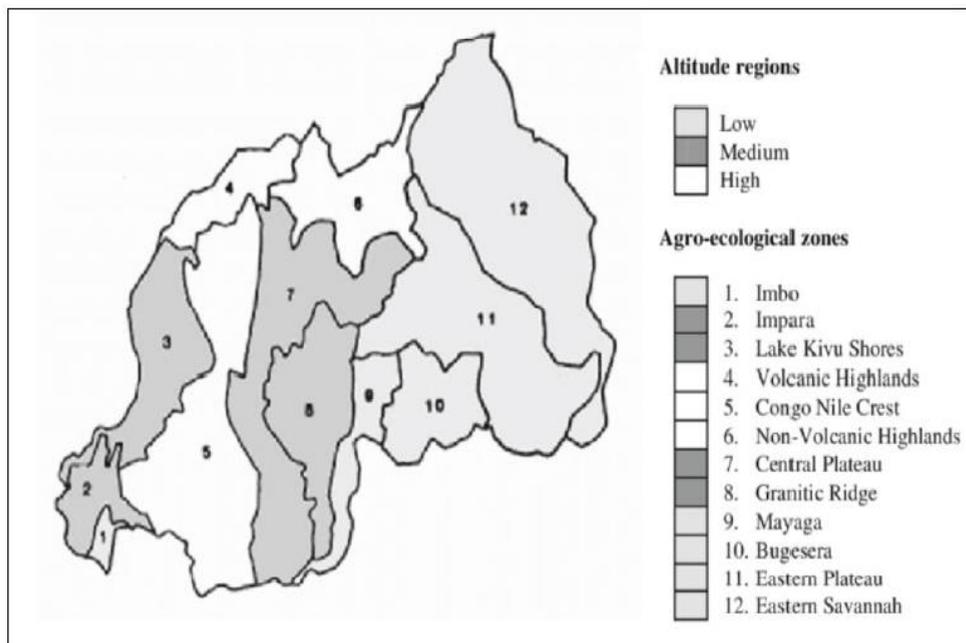
45A. Dépenses alimentaires du ménage		45B. Dépenses non-alimentaires du ménage	
Produits alimentaires	Dépenses	Produits non-alimentaires	Dépenses
45A1. Céréales, grains, racines et tubercules	/-----/	45B1. Dépenses de Construction, réparation de maison	/-----/
45A2. Légumineuses et noisettes	/-----/	45B2. Dépenses en énergie d'éclairage (ex.: Bougies / piles / électricité)	/-----/
45A3. Légumes oranges et légumes à feuilles vertes	/-----/	45B3. Matériaux énergétiques de cuisson (par exemple: bois de chauffage / charbon de bois)	/-----/
45A4. Fruits	/-----/	45B4. Vêtements et textiles & chaussures	/-----/
45A5. Viandes, poissons et œufs	/-----/	45B5. Savon et autres articles d'hygiène personnelle	/-----/
45A6. Lait et autres produits laitiers	/-----/	45B6. Transport	/-----/
45A7. Huile et autres matières grasses	/-----/	45B7. Communication (téléphone mobile, internet...)	/-----/

45A8. Sucre, produits sucrés, et boissons sucrées /-----/	45B8. Dépenses pour l'éducation, frais de scolarité, uniforme, etc. /-----/
47A9. Condiments et épices /-----/	45B9. Animation culturelle /-----/
45A10. Eau potable /-----/	45B10. Articles ménagers non durables /-----/
45A11. Autres boissons non alcoolisées /-----/	45B11. Biens de consommation durables /-----/
45A12. Repas et boissons pris à l'extérieur de la maison /-----/	4512. Autres dépenses non liées à la consommation /-----/
45A13. Autres produits alimentaires (spécifier) : /-----/	45B13. Dépenses pour achat de l'alcool et du tabac /-----/
45C. Autres produits non alimentaires	
45C1. Frais médicaux, soins de santé /-----/	45C6. Traitement des déchets /-----/
45C2. Agriculture et dépenses connexes (outils, semences, main d'œuvre, transport, stockage, engrais insecticides, irrigation, terrassement,...) /-----/	45C7. Bétail et dépenses connexes (achat de bétail, fourrage, médicaments, main d'œuvre...) /-----/
45C3. Dette / hypothèque / remboursement de prêt /-----/	45C8. Embauche de main-d'œuvre non agricole /-----/
45C4. Location (maison / terrain, champs) /-----/	45C9. Amendes, taxes /-----/
45C5. Cérémonies, Cadeaux / Dons /-----/	

Fin.

Je vous remercie beaucoup !

Annexe 2. Les douze zones agro-écologiques au Rwanda



Note : 12 zones agro-écologiques (« agro-ecological zones ») au Rwanda : 1=Imbo, 2=Impara, 3=Bords du Lac Kivu, 4=Région des sols de laves (Hautes terres des volcans ou Birunga), 5=Crête Congo-Nil, 6=Hautes terres non volcaniques (ou Hautes terres de Buberuka), 7=Plateau Central, 8=Région des sols granitiques, 9=Région de Mayaga, 10=Région de Bugesera, 11=Plateau de l'Est, et 12=Savannes de l'Est. « Altitude regions » signifie « régions par niveau d'altitude » : « low » correspond à « basse altitude », « medium » à « moyenne altitude », et « high » à « haute altitude ».

Source : Verdoodt & van Ranst (2003) ; voir aussi Rushemuka et al. (2014).