Pauvreté, insécurité alimentaire et vulnérabilité des ménages agricoles dans un système d'irrigation à grande échelle : le cas du périmètre irrigué de Bagré au Burkina Faso

Abdoulaye Tapsoba

▶ **To cite this version:**

Abdoulaye Tapsoba. Pauvreté, insécurité alimentaire et vulnérabilité des ménages agricoles dans un système d'irrigation à grande échelle : le cas du périmètre irrigué de Bagré au Burkina Faso. Agriculture, économie et politique. Institut agronomique, vétérinaire et forestier de France, 2020. Français. NNT : 2020IAVF0006 . tel-03402694

HAL Id: tel-03402694
https://pastel.hal.science/tel-03402694

Submitted on 25 Oct 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

agreenium
l'institut agronomique, vétérinaire & forestier de France

AgroParisTech

NNT : 2020IAVF0006

THESE DE DOCTORAT

préparée à l'Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (AgroParisTech)

pour obtenir le grade de

Docteur de l'Institut agronomique vétérinaire et forestier de France

Spécialité : Sciences économiques

École doctorale n°581
Agriculture, alimentation, biologie, environnement et santé (ABIES)

par

Abdoulaye TAPSOBA

Pauvreté, insécurité alimentaire et vulnérabilité des ménages agricoles dans un système d'irrigation à grande échelle :

Le cas du périmètre irrigué de Bagré au Burkina Faso

Directrice de thèse : **Françoise GERARD**
Co-encadrement de la thèse : **William's DARE**

Thèse présentée et soutenue à Montpellier, le 27 mai 2020 :

Composition du jury :

M. Olivier BARRETEAU, Directeur de recherche, INRAE	Président
Mme Sandrine DURY, Chercheur (HDR), CIRAD UMR MOISA	Rapporteur
Mme Claire MAINGUY, Maître de conférences (HDR), Université de Strasbourg	Rapporteur
M. Jean-François BELIERES, Chercheur, CIRAD UMR 5281 ART-Dev	Examinateur
M. François BOUSQUET, Chercheur (HDR), CIRAD UR GREEN	Examinateur
Mme Françoise GERARD, Chercheur (HDR), CIRAD UR GREEN	Directrice de thèse
M. William's DARE, Chercheur, CIRAD UR GREEN	Co-encadrant de thèse

UR GREEN CIRAD
Chemin de Baillarguet, 34980 Montferrier-sur-Lez

Résumé

Les grands systèmes irrigués ont émergé sur le continent africain pour répondre aux enjeux de souveraineté alimentaire et renforcer les moyens d'existence des populations en milieu rural. Plusieurs décennies après, l'engouement autour de ces systèmes est toujours présent, alors que leurs effets réels sont au cœur de nombreuses controverses. Malgré l'amélioration qu'ils apportent à la production agricole, les grands périmètres irrigués génèrent des risques sociaux, économiques et écologiques importants qui questionnent leurs impacts effectifs sur la situation économique et alimentaire des populations bénéficiaires. Cette thèse s'inscrit dans cette problématique et étudie le cas particulier du périmètre irrigué de Bagré au Burkina Faso. Elle cherche précisément à analyser comment le périmètre contribue à réduire la pauvreté, l'insécurité alimentaire et la vulnérabilité des ménages irrigants en les comparant aux ménages pluviaux de la zone alentour. Pour y parvenir, les dotations en ressources de différents ménages types sont d'abord analysées et leur état de pauvreté, d'insécurité économique et d'insécurité alimentaire évalué, en confrontant des indicateurs économiques à des seuils usuels et définis avec les communautés de façon participative. Ensuite, les risques sur les ressources mobilisées sont identifiés et hiérarchisés, leurs occurrences et leurs impacts ex ante sur le revenu et la consommation estimés afin d'évaluer la vulnérabilité économique et alimentaire des ménages. De nouveau, l'analyse par les indicateurs économiques est confrontée à la perception des participants. Les problèmes d'écoulement de la production sont classés par les participants aux ateliers, parmi les contraintes majeures. Les causes de ces difficultés sont analysées, à la fois par une réflexion économique sur la compétitivité du riz local (rapport qualité/prix, habitudes alimentaires, …) et par un atelier multi-acteurs cherchant à identifier les causes essentielles et à proposer des solutions d'amélioration.

Une contribution mitigée du périmètre à l'amélioration des conditions de vie des populations est mise en évidence : la sécurité alimentaire s'est améliorée grâce à la hausse de la productivité rizicole, mais l'état de la pauvreté demeure préoccupant dans l'ensemble de la zone où elle touche plus de la moitié des familles. L'accès limité au foncier et aux emplois non agricoles, l'écart élevé entre les rendements observés et espérés sont les facteurs principaux qui entravent l'amélioration des conditions de vie des irrigants pauvres. Ces derniers sont en insécurité économique permanente, générée par les coûts élevés des cultures intensives et l'accès limité au crédit, et sont plus vulnérables que les pluviaux à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire en raison des risques d'accès aux facteurs de production et de vente de la production à un prix stable et rentable. Ces résultats questionnent l'intérêt des extensions futures du périmètre irrigué, d'autant plus que dans les conditions actuelles de compensation foncière, leurs impacts sur la situation économique des ménages pluviaux (futurs bénéficiaires) ne seraient pas significativement positifs. Par ailleurs, les populations pluviales émettent des craintes sur de nouvelles extensions (disponibilité de l'eau en aval). Une meilleure coordination et un partenariat entre les acteurs pourraient réduire les problèmes locaux liés à l'écoulement du riz, mais une analyse complémentaire au niveau national est nécessaire pour traiter de la question liée à la compétitivité du riz local. Par ailleurs, l'usage des pesticides et leurs impacts sur la santé et l'écologie, ainsi que la répartition des ressources foncières, la possibilité de cultures alternatives sont autant de questions à approfondir, dont les résultats pourraient contribuer à changer la trajectoire mitigée du périmètre irrigué.

Mots-clés : Grands périmètres irrigués, Pauvreté, Insécurité alimentaire, Vulnérabilité, Burkina Faso, Ateliers participatifs.

Abstract

Large-scale irrigation systems have emerged in Africa as a response to increasing the challenges of seeking food sovereignty and strengthening the livelihoods of people in rural areas. Decades later, the enthusiasm towards these systems is still present, while their real effects are becoming the subject of many controversies. Despite the improvement they contribute to agricultural production, large irrigated systems generate risks concerning the social, economic, and ecological domains, which question their real impacts on the economic and food situation of the rural populations located in the project areas. This thesis is seeking the answer to the issues related to the impacts of large irrigated systems on beneficiaries by focusing on the specific case of the Bagré irrigation scheme in Burkina Faso. Specifically, it seeks to analyze how the irrigation scheme can contribute to reducing poverty, food insecurity, and the vulnerability of the irrigating households by comparing them to the rainfed households in the surrounding area. To achieve this, we first analyze the resource endowments of different farm household types and assess their state of poverty, economic and food insecurities by comparing economic indicators to usual thresholds and those defined with the communities in a participatory way. Then, we identify and prioritize the risks on the resources, estimate their occurrences as well as their ex-ante impacts on household income and consumption to assess their vulnerability to economic and food insecurities. In addition, the analysis by the economic indicators is confronted with the perception of the participants. Problems related to the sale of paddy rice are ranked by the workshop participants as the major constraints. The causes of these difficulties are analyzed, both by an economic reflection on the competitiveness of the local rice (value for money, eating habits, etc.) and by a multi-stakeholder workshop seeking to identify the main causes and to propose improving solutions.

A mixed contribution of the irrigation scheme to improving the living conditions of the populations is highlighted: food security has improved thanks to the increase in rice productivity, but poverty remains a concern in the whole area where it affects more than half of the families. The lack of access to land and non-agricultural jobs and the high gap between the observed and expected yields are the main factors hindering the improvement of the living conditions of the poor irrigators. These poor are in permanent economic insecurity due to the high costs of intensive rice production and limited access to credit. They are also more vulnerable than the rainfed households to the economic and food insecurities because of the high risks of accessing to the production factors and the sale of their rice at a stable and profitable price. These results raise questions about the interest of the future extensions of the irrigation scheme, given the fact that under the current conditions of land compensation, their impacts on the economic situation of the rainfed households (future beneficiaries) would not be significantly positive. Besides, the rainfed populations express fears about new extensions (availability of water downstream). Better coordination and partnership between the stakeholders could reduce the local problems related to the sale of rice, but further analysis at the national level is needed to address the issue connected to the competitiveness of the local rice. Furthermore, the use of pesticides and their impacts on health and ecology, as well as the distribution of land resources, and the possibility of alternative crops are among the important questions to be explored as their results could contribute to the change in the mixed trajectory of the irrigation scheme.

Keywords: Large-scale irrigated schemes, Poverty, Food insecurity, Vulnerability, Burkina Faso, Participatory workshops

Remerciements

L’aboutissement de cette thèse a été possible grâce aux soutiens de plusieurs personnes en France, comme au Burkina Faso et aux Pays-Bas. Je voudrais par les lignes qui suivent, leur témoigner mes remerciements les plus sincères.

Tout d’abord, je tiens à exprimer mes profonds remerciements à mes directeurs de thèse, Françoise Gérard et William’s Daré, pour m’avoir accompagné durant les trois années. Merci de m’avoir fait confiance et encouragé dans cette aventure. Merci infiniment pour le soutien régulier, les conseils précieux sur la démarche scientifique, l’appui à l’organisation des missions et à l’animation des ateliers, le temps consacré à la relecture et aux corrections qui a permis la finalisation de ce manuscrit. J’ai acquis une formidable expérience en travaillant sous votre encadrement.

Je voudrais aussi exprimer ma profonde gratitude à Annemarie van Paassen, qui a accepté de m’accueillir au sein du Groupe KTI (Wageningen University) pour mon séjour EIR-A, et de m’appuyer dans l’élaboration de la méthodologie du chapitre 7. Merci pour vos conseils, votre bienveillance et votre disponibilité tout au long des 2 mois. Merci également de m’avoir fait découvrir la ville de Rotterdam, ça été une journée magnifique. Un grand merci aussi à l’ensemble des membres de l’équipe pour leur accueil chaleureux. C’était une expérience enrichissante.

Je transmets également mes remerciements à Etienne Kaboré, Directeur de vulgarisation économique de Bagrépôle pour son soutien inconditionnel à chacune de mes missions de terrain durant les 3 ans et qui m’a permis de réaliser mon travail de terrain avec succès. Merci pour la mise à disposition du logement et de tout le matériel logistique qui a permis de réaliser les ateliers en 2017 et en 2019. Merci pour la mise en contact avec les personnes ressources nécessaires à l’enrichissement des informations collectées. Je voudrais vous témoigner ici ma profonde gratitude.

J’adresse ensuite mes sincères remerciements à Sandrine Dury de l’Umr Moisa et Claire Mainguy de l’Université de Strasbourg, pour avoir accepté de rapporter cette thèse. Merci également à l’ensemble des autres membres du jury d’avoir accepté d’examiner et d’évaluer ce travail de recherche.

Mes remerciements vont aussi à l’ensemble des membres du comité de thèse qui ont accepté pour me suivre tout au long de ces trois années. Merci à Annemarie van Paassen, Jean-Louis Fusillier, Pierre Janin, Safiétou Sanfo et Patrick D’aquino. Vos remarques et conseils ont contribué grandement à améliorer la démarche scientifique et les résultats de cette thèse.

Je remercie également le Bureau d’étude Insuco du Burkina Faso pour leur partenariat dans la réalisation des enquêtes de terrain. Je pense particulièrement à Peter Hochet premier responsable, à l’équipe d’enquêteurs (Diallo, Francis, Christelle et Elodie) pour la collecte des données quantitatives, à Romain le géographe qui m’a accompagné dans la mesure des surfaces et l’élaboration des cartes, à Noel l’informaticien qui a programmé la base de données et aux quatre opératrices de saisi.

Mes remerciements vont aussi aux membres de l’Unité d’accueil (UR Green) et au premier responsable Aurélie Botta, pour m’avoir mis dans de bonnes conditions pour effectuer mon travail de recherche. Merci de vos remarques et questions lors de mes présentations au séminaire de l’unité. Ces retours ont été bénéfiques dans l’amélioration du document. Cette thèse a été possible aussi grâce à la bourse de recherche de l’école doctorale ABIES et aux financements du CIRAD et du projet WLE qui ont pris en charge les missions de terrain. Merci à tous.

Je remercie aussi les personnels administratifs pour leurs accompagnements dans les démarches d'inscription et de réalisation des missions à l'étranger. Je pense particulièrement à Valérie Hourmant (UR Green Nogent), Nathalie Rovis (UR Green Montpellier), au personnel et secrétariat de la direction régionale du CIRAD à Ouagadougou, au secrétariat d'ABIES et à Inge Ruisch (KTI - Wageningen University).

Un grand remerciement aussi à toute l'équipe de Bagrépôle, ses ingénieurs et conseillers agricoles pour l'accueil, l'accompagnement logistique, les conseils et guides lors des différentes missions. Je voudrais aussi par ces mêmes lignes, exprimer mes profonds remerciements aux représentants de l'Union des producteurs de riz de Bagré, à l'ensemble de la communauté des riziculteurs et à tous les ménages agricoles des zones pluviales autour. Merci beaucoup de m'avoir consacré votre temps, d'avoir accepté de répondre à mon questionnaire et de participer aux différents ateliers en 2017 et en 2019. Votre collaboration a permis d'enrichir les résultats de ce travail.

Enfin, j'adresse mes remerciements à mes parents, frères et sœurs et à l'ensemble de ma famille pour leur soutien et encouragement tout au long de cette aventure. Merci également pour vos disponibilités lors de mes passages au Burkina Faso dans le cadre de mes missions de terrain.

Sommaire

Résumé ..... **iii**
Abstract ..... **iv**
Remerciements ..... **v**
Sommaire ..... **vii**
Liste des acronymes et abréviations ..... **ix**
Liste des tableaux ..... **xi**
Liste des figures ..... **xiii**
Liste des annexes ..... **xv**
Introduction générale **1**
PARTIE I : CADRE CONTEXTUEL D'ANALYSE ET METHODOLOGIE **11**
Chapitre 1. Grands périmètres irrigués et réduction de la pauvreté, de l'insécurité alimentaire et de la vulnérabilité **13**
1. Introduction 13
2. L'irrigation : histoire, concepts et définitions 13
3. Les effets multiples et controversés des grands systèmes irrigués 21
4. Conclusion 36
Chapitre 2. Politiques publiques agricoles et orientations prises en faveur du développement de l'irrigation au Burkina Faso **38**
1. Introduction 38
2. Caractéristiques générales de l'économie et place du secteur agricole 38
3. Dynamique des politiques agricoles et développement de l'irrigation 42
4. Un impact peu significatif des politiques d'irrigation sur la pauvreté ? 64
5. Conclusion 67
Chapitre 3. Cadre conceptuel d'analyse des moyens d'existence et méthodologie générale des recherches et de collectes des données de terrain **70**
1. Introduction 70
2. Cadre conceptuel des moyens d'existence 70
3. Matériels et méthodes 83
4. Conclusion 103
PARTIE II : ANALYSES DES DONNEES ET RESULTATS **105**
Chapitre 4. Caractérisation de la diversité des ménages agricoles dans l'accès aux ressources : une analyse statistique multivariée **107**
1. Introduction 107
2. Analyse statistique multivariée 108
3. Résultats de la typologie 113
4. Caractérisation des dotations de chaque ménage type 121
5. Discussion et conclusion 131
Chapitre 5. État de la pauvreté et de l'insécurité alimentaire des ménages et analyse des mécanismes à l'œuvre **136**
1. Introduction 136
2. Indicateurs d'analyse de la pauvreté et de l'insécurité alimentaire 136
3. Forte pauvreté liée à un accès limité à la terre et aux emplois extra-agricoles 141
4. Discussion et conclusion 171

Chapitre 6. Vulnérabilité des ménages à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire : exposition aux chocs, impact ex ante et stratégies de réponse 178
1. Introduction 178
2. Estimation de l'impact des chocs et quantification du risque 178
3. Forte vulnérabilité des irrigants en raison des risques en riziculture 180
4. Discussion et conclusion 204
Chapitre 7. Diagnostic de la filière riz et analyse des contraintes et opportunités de réduction des risques de commercialisation 209
1. Introduction 209
2. Collecte des données et outils d'analyse 209
3. Chaîne de valeur, difficultés de commercialisation du riz et solutions d'innovation 213
4. Discussion et conclusion 229
Conclusion générale et perspectives 233
Bibliographie 248
Annexes 274
Table des matières 330

Liste des acronymes et abréviations

AGEIM	Agence d'Études d'Ingénierie et de Maîtrise d'œuvres
ARID	Association Régionale de l'Irrigation et du Drainage en Afrique de l'Ouest et du Centre
AVV	Autorité des Vallées de la Volta
BAD	Banque Africaine de Développement
CAPES	Centre d'Analyse des Politiques Économiques et Sociales
CARE	Care International
CEE	Communauté Économique Européenne
CILSS	Comité permanent Inter-États de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
CIRA	Conseil Ingénierie et Recherche Appliquée
CIRAD	Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CSLP	Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté
DFID	Department for International Development
DSRP	Documents de Stratégie pour la Réduction de la Pauvreté
EPA	Enquête Permanente Agricole
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FASR	Facilité d'Ajustement Structurel Renforcée
FCFA	Franc des Communautés Financières d'Afrique
FEWS NET	Famine Early Warning Systems Network
FIDES	Fonds d'Investissement pour le Développement Économique et Social
FMI	Fonds Monétaire International
FRPC	Facilité pour la Réduction de la Pauvreté et pour la Croissance
GBF	Gouvernement du Burkina Faso
GREEN	Gestion des Ressources Renouvelables et Environnement
GWI	Global Water Initiative
ICI	Initiatives Conseil International
ICID	International Commission on Irrigation and Drainage
ICOLD	International Commission On Large Dams
IDH	Indice de Développement Humain
IDS	Institute of Development Studies
IFAD	International Fund for Agricultural Development
IFPRI	International Food Policy Research Institute
IIED	International Institute for Environment and Development
INERA	Institut National de l'Environnement et de la Recherche Agricole (Burkina Faso)
INSD	Institut National de la Statistique et de la Démographie
INSD-CE	Institut National de la Statistique et de la Démographie - Commerce Extérieur
INSUCO	Bureau international d'études en sciences et ingénieries sociales
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPTRID	International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage
IUCN	International Union for Conservation of Nature
MA	Ministère de l'Agriculture
MAAH	Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques
MAFAP	Monitoring and Analysing Food and Agricultural Policies
MAH	Ministère de l'agriculture et de l'hydraulique
MAHRH	Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques

MARA	Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales
MARHASA	Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques, de l'Assainissement et de la Sécurité Alimentaire
MASA	Ministère de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire
MEBF	Maison de l'Entreprise du Burkina Faso
MED	Ministère de l'Économie et du Développement
MEF	Ministère de l'Économie et des Finances
MERH	Ministère de l'Environnement et des Ressources Halieutiques
MOB	Maîtrise d'Ouvrage de Bagré
MRA	Ministère des Ressources Animales
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économiques
OMD	Objectifs du Millénaire pour le Développement
ONEF	Observatoire National de l'Emploi et de la Formation professionnelle du Burkina Faso
ONG	Organisation Non Gouvernementale
OP	Organisation Paysanne
PAM	Programme Alimentaire Mondial des Nations Unies
PAP	Personnes Affectées par les Projets d'aménagement
PAS	Programme d'Ajustement Structurel
PASA	Programme d'Ajustement du Secteur Agricole
PIB	Produit Intérieur Brut
PNDDI	Politique Nationale de Développement Durable de Irrigation
PNDES	Plan National de Développement Économique et Social
PNSAN	Politique Nationale de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
PPA	Parité de Pouvoir d'Achat
PPCB	Projet Pôle de Croissance de Bagré
PPTE	Pays Pauvres Très Endettés
SCADD	Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable
SONAGESS	Société Nationale de Gestion des Stocks de Sécurité alimentaire du Burkina Faso
UDIRBA	Unité Diocésaine Riz de Bagré
UEMOA	Union Économique et Monétaire Ouest-Africaine
UN	United Nations
UNDP	United Nations Development Program
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNISDR	United Nations Inter-Agency Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction
UPRB	Union des Producteurs de Riz de Bagré
USDA	United States Department of Agriculture
WCD - CMB	World Commission on Dams - Commission Mondiale des Barrages
WCED	World Commission on Environment and Development
WDI	World Development Indicators
WFP	World Food Program

Liste des tableaux

Tableau 1 : Typologie des systèmes irrigués en Afrique de l'ouest sahélienne 16
Tableau 2: Nombre de pôles ou corridors de croissance agricole en Afrique subsaharienne (depuis 2010) 18
Tableau 3 : Nombre de barrages par continent en 2003 et leurs usages 19
Tableau 4 : Evolution de la surface totale équipée pour l'irrigation par continent (1973 à 2013) 21
Tableau 5 : Conclusions empiriques de quelques études antérieures de l'impact de l'irrigation sur la pauvreté, l'insécurité alimentaire et la vulnérabilité 33
Tableau 6: Sources de revenu des ménages en 2003* au Burkina Faso 39
Tableau 7: Historique des chocs climatiques et naturels recensés au Burkina Faso depuis 1900 42
Tableau 8 : Potentiel d'irrigation en ha au Burkina Faso avant les années 2000 46
Tableau 9: Evolution des surfaces aménagées au Burkina Faso entre 1975 et 1988 48
Tableau 10 : Actions prioritaires et objectifs cibles à l'horizon 2015 de la PNDDI 56
Tableau 11 : Typologie des périmètres irrigués et évolution des surfaces irriguées entre 2004 et 2011 59
Tableau 12 : Données sur les surfaces irriguées en 2011 65
Tableau 13 : Production céréalière en milliers de tonnes et part de l'agriculture irriguée 65
Tableau 14 : Potentiel irrigable, surface irriguée emblavée et évolution de l'incidence de pauvreté par région 67
Tableau 15: Normes de consommation de sécurité alimentaire par catégorie d'aliments (Burkina Faso) 79
Tableau 16: Typologie des risques en agriculture 82
Tableau 17 : Nombre total de ménages qui composent chaque village enquêté 96
Tableau 18 : Nombre de participants aux ateliers (novembre et décembre 2017) 99
Tableau 19: Récapitulatif des variables clés sélectionnées pour l'analyse statistique multivariée 110
Tableau 20: Matrice de corrélation des variables clés rétenues 114
Tableau 21: Facteurs principaux retenus 114
Tableau 22: Matrice des facteurs/variables après rotation Varimax 115
Tableau 23 : Caractéristiques des ménages types irrigants et pluviaux 119
Tableau 24: Dotation foncière par ménage type et modes d'acquisition 123
Tableau 25: Capital humain selon les ménages types irrigants et pluviaux 126
Tableau 26: Nombre d'équipements et d'animaux de trait du ménage 127
Tableau 27: Epargne financière totale par ménage type 130
Tableau 28: Appartenance à des organisations paysannes et entraides familiales 131
Tableau 29: Diversification et sources de revenu des ménages types 142
Tableau 30 : Revenu par tête, seuil économique et incidence de pauvreté dans la zone 144
Tableau 31: Céréales consommées/tête (kg) et contributions des 2 sources 147
Tableau 32: Apports énergétiques des aliments consommés comparés à la norme requise par le CILSS 148
Tableau 33 : Données d'accès à la terre, de performances productives et de rémunérations du travail. 151
Tableau 34 : Rendements observés à Bagré par différents auteurs 157
Tableau 35: Temps de travail et rémunérations journalières non agricoles 161
Tableau 36 : Valeurs ajoutées et rémunérations du travail agricole. 163

Tableau 37 : Déplacement des ménages pluviaux du fait de l'application des règles d'attribution foncière 171
Tableau 38 : Caractéristiques des aléas identifiés dans la zone par les ménages 181
Tableau 39: Impacts sur le revenu monétaire d'un aléa sur le prix du paddy en une seule campagne 194
Tableau 40: Stratégies adoptées en périodes de chocs (% des ménages par type) 198
Tableau 41: Stocks courants de ressources disponibles pour faire face aux chocs 199
Tableau 42 : Principaux acheteurs du riz paddy transformé (décortiqué et étuvé) à Bagré 218
Tableau 43 : Variétés du riz local étuvé (8 centres d'étuvage) 220
Tableau 44 : Analyse du système (les barrières qui entravent la commercialisation du riz de Bagré et les facteurs positifs qui contribuent à améliorer la chaîne de valeur) 224

Liste des figures

Figure 1 : Evolution du taux de pauvreté dans les régions à fortes surfaces irriguées emblavées 4
Figure 2: Nombre de grands barrages construits par décennie et leurs évolutions en Afrique (données extraites d'Aquastat) et dans le monde (données extraites de (ICOLD, 2008)) 20
Figure 3: Rendements des céréales en cultures pluviales et irriguées pour la campagne 2015/2016 .. 40
Figure 4: Nombre de barrages construits par décennie et leurs évolutions au Burkina Faso de 1900 à 2010. Seuls les barrages de plus de 1 million de m3 d'eau sont répertoriés par la FAO. 43
Figure 5: Evolution du rendement (kg/ha), de la surface (milliers d'ha) et de la production de céréales (milliers de tonnes) au Burkina Faso de 1957 à 1976. 47
Figure 6: Evolution de la superficie irriguée au Burkina Faso depuis 1992 58
Figure 7: (A) Production totale de céréales en t, (B) ratio d'autosuffisance céréalière (production intérieure sur consommation totale), et (C) données sur le riz au Burkina Faso en t. 59
Figure 8 : Nombre de personnes sous-alimentées en millions d'habitants au Burkina Faso et leurs proportions par rapport à la population totale de 1992 à 2016 (les valeurs sont les moyennes des trois années). 63
Figure 9 : Evolution de l'incidence de pauvreté au Burkina Faso de 1994 à 2014. 63
Figure 10 : Cadre d'analyse des moyens d'existence durables 72
Figure 11 : Localisation de la zone d'étude 84
Figure 12 : Périmètres irrigués existants et les extensions en cours 85
Figure 13 : Evolution des hauteurs annuelles moyennes des pluies en mm à Bagré (données Bagrépôle) 86
Figure 14 : Evolution des rendements dans la province de Boulgou. 89
Figure 15 : Evolution de la production annuelle (t) et des rendements en paddy (t/ha) sur le périmètre irrigué de Bagré de 1997 à 2016. 90
Figure 16 : Cadre conceptuel d'analyse de la thèse 93
Figure 17 : Origine des ménages irrigants de l'échantillon (périmètre irrigué) 95
Figure 18 : Localisation des champs mesurés dans le village de Boakla 97
Figure 19 : Résumé des étapes de la démarche méthodologique générale de collectes et d'analyses des données 102
Figure 20: Dendrogrammes de partitions des ménages en sous-groupes. A gauche, la partition des ménages irrigants en 5 types et à droite la partition des ménages pluviaux en 4 types 117
Figure 21: Ménages types irrigants représentés dans les deux plans factoriels. A gauche, le plan factoriel formé par les axes PC1, PC2 et à droite le plan factoriel formé par les axes PC1, PC3 118
Figure 22: Ménages types pluviaux représentés dans le plan factoriel PC'1, PC'2 118
Figure 23: Boxplots des variables clés utilisées dans la typologie (ménages irrigants T1 à T5). 120
Figure 24: Boxplots des variables clés utilisées dans la typologie (ménages pluviaux T6 à T9) 121
Figure 25: Allocation des terres agricoles selon les différentes cultures 125
Figure 26 : Comparaison des résultats entre la typologie multivariée réalisée dans cette étude et une typologie à dire d'experts réalisée dans la zone en 2015 132
Figure 27: Revenu/tête comparé au seuil de pauvreté (SP), au seuil économique défini par le modèle (SE en tirets bleus) et au seuil économique défini lors des ateliers (SM). 145
Figure 28: A gauche la consommation de céréales/tête comparée au seuil CILSS et à droite l'apport énergétique des aliments consommés comparé au seuil calorique. 147
Figure 29 : Comparaison entre rendements théoriques et observés et tendance du prix du paddy 156

Figure 30: Trajectoires possibles des 4 types de ménages pluviaux après leurs installations sur le périmètre. La ligne verte est le seuil SM et la ligne rouge le seuil SP 169
Figure 31 : Hauteurs annuelles moyennes des précipitations en mm à Bagré (données Bagrépôle) et indice standardisé des précipitations par année. 182
Figure 32: Evolution de la température à Bagré au cours de l'année et cliché de deux parcelles rizicoles de paysans. 186
Figure 33 : Impacts d'une baisse de la production agricole pluviale sur le revenu des ménages en zones irriguée et pluviale 191
Figure 34 : Impacts d'une baisse de la production agricole sur la consommation des ménages en zones irriguée et pluviale 192
Figure 35 : Impacts d'une baisse du prix de vente du riz paddy sur le revenu annuel des irrigants... 193
Figure 36 : Evolutions des soldes cumulés de chaque ménage type. 196
Figure 37 : A) Tendance générale de la production de céréales/tête, B) tendances des offres d'emplois au Burkina Faso, dans la région du centre (Ouagadougou) et dans la région du Centre-Est (Bagré). 201
Figure 38 : Niveau d'importance des risques et des préoccupations dans les deux zones 203
Figure 39 : Chaîne de valeur du riz de Bagré et son mode de financement 214
Figure 40 : Evolution des prix moyens du riz local (13 marchés) et du riz importé (20 marchés) au Burkina Faso de 2000 à 2015. 219
Figure 41 : Diagramme de causalité de la filière riz de Bagré 221

Liste des annexes

Annexe 1: Valorisation des recherches menées 274
Annexe 2: Evolution du taux de croissance du PIB réel au Burkina Faso de 1995 à 2014 274
Annexe 3 : Productions céréalières en milliers de tonnes et parts de l'agriculture irriguée 274
Annexe 4: Typologie des systèmes irrigués au Burkina Faso 275
Annexe 5: Fiche des enquêtes socioéconomiques menées à Bagré en janvier 2017 275
Annexe 6: Posters des ateliers participatifs (Bagré novembre et décembre 2017) 290
Annexe 7: Participants à l'atelier multi-acteurs tenu à Bagré le 15 janvier 2019 299
Annexe 8: Procédure d'élaboration de la typologie en zone irriguée 300
Annexe 9: Procédure d'élaboration de la typologie en zone pluviale 310
Annexe 10: Résultats des tests de validation des typologies en zones irriguée et pluviale 317
Annexe 11: Frais annuels d'amortissement et de maintenance des équipements 318
Annexe 12: Charges rizicoles utilisées dans le calcul du seuil économique (coût/ha/campagne) 319
Annexe 13: Équivalent en kcal pour 1 kg d'aliments consommés 319
Annexe 14: Barème de compensation par culture de Bagrépôle 319
Annexe 15: Données du compte d'exploitation en mode paysannat selon les projections de Bagrépôle 319
Annexe 16: Méthode de calcul des compensations de Bagrépôle 319
Annexe 17: Valeur ajoutée et rémunération en riziculture irriguée 320
Annexe 18: Valeur ajoutée et rémunération banane irriguée 320
Annexe 19: Données sur les rendements rizicoles de Bagré 321
Annexe 20: Constat sur l'aménagement d'un périmètre de 1000 ha Bagrépôle 321
Annexe 21: Rapport sur l'état d'avancement de la mise en œuvre et les résultats : 322
Annexe 22: Progression des aménagements et d'installations de populations sur le périmètre de Bagré 322
Annexe 23 : Description des trésoreries des ménages types irrigants 322
Annexe 24: Evolutions des trésoreries des ménages types 324
Annexe 25: Evolution du prix du paddy (FCFA/kg) bord champ à Bagré, marchés (Tenkodogo et Zabré) 325
Annexe 26: Rendements rizicoles (t/ha) selon la période de repiquage 325
Annexe 27 : Evolution de la population et évolution de la production totale de céréales (province de Boulgou) 326
Annexe 28 : A) Evolution de la production de céréales de 1984 à 2016 (province de Boulgou). B) Evolution des prix moyens à la consommation sur les 2 marchés (Tenkodogo et Zabré) les plus proches de Bagré 326
Annexe 29 : Baisse en % du revenu suite à plusieurs aléas 327
Annexe 30 : Relative consumer price in Burkina Faso (domestic price/imported price) 327
Annexe 31 : Relative consumer price (domestic price/price of each type of imported rice) 327
Annexe 32 : Costs and margins along the rice value chain in Bagré 327
Annexe 33 : Costs and margins along the value chain of the imported rice (rice from Thailand) 328
Annexe 34 : The value chain of the imported rice in Burkina Faso 329
Annexe 35 : Produits phytosanitaires appliqués à Bagré 329

Introduction générale

1. Contexte général

L'éradication de la pauvreté et de l'insécurité alimentaire reste un défi immense auquel sont confrontés tout particulièrement les pays en développement. Le dernier rapport de la FAO estimait à plus de 820 millions (dont 31% en Afrique, 63% en Asie), le nombre de personnes souffrant de la faim[1] dans le monde en 2018, soit au même niveau que celui de 2011 (FAO, 2019). L'Afrique subsaharienne est la région qui affichait le taux de prévalence de sous-alimentation (part des personnes souffrant de la faim) le plus important, soit environ 23% (FAO, 2019). De même, malgré le recul de la pauvreté mondiale, plus de 736 millions d'individus vivaient toujours avec moins de 1,90 dollar par jour en 2015 (World Bank, 2018). Plus de la moitié d'entre eux (56%) habitaient en Afrique subsaharienne, où le nombre de pauvres, contrairement aux autres régions du globe, a augmenté de 278 millions en 1990 à 413 millions en 2015, même si le taux de pauvreté a légèrement baissé de 54% à 41% (World Bank, 2018). Cette extrême pauvreté des subsahariens s'explique par une productivité totale des facteurs (travail et capital) relativement faible par rapport aux autres continents (Asie et Amérique latine), une croissance agricole peu durable (basée sur l'extension des surfaces), et une croissance économique faiblement inclusive (Goyal et Nash, 2017). Par ailleurs, l'état économique et alimentaire de la région est le résultat de la vulnérabilité des populations aux conflits à répétition et aux aléas naturels (World Bank, 2018 ; FAO, 2019). Les changements climatiques en cours et futurs ainsi que la hausse de l'intensité des chocs pourraient aggraver cette situation en entravant la sortie de situations d'insécurité alimentaire des personnes les plus pauvres (Hallegatte *et al.*, 2016). Dans la plupart des pays du Sahel, l'économie dépend de l'agriculture qui occupe deux tiers de la population active et contribue pour un tiers au PIB (Goyal et Nash, 2017). Pour revitaliser la croissance économique et lutter contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire, le développement d'une agriculture productive et d'industries de transformation associées s'avère essentiel (World Bank, 2007). Le développement de l'irrigation est l'une des voies privilégiées par les États pour atteindre ces objectifs.

Ainsi, l'irrigation est couramment adoptée depuis plusieurs décennies comme un modèle de production permettant de promouvoir l'agriculture intensive et productive, lutter contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire, et répondre aux effets de la variabilité climatique. Elle s'est développée grâce à la mobilisation des ressources en eau, la création de barrages et l'aménagement de

[1] La faim, qualifiée aussi de sous-alimentation selon la FAO, est une « situation dans laquelle, la consommation alimentaire habituelle d'un individu est insuffisante pour fournir l'apport énergétique alimentaire nécessaire à une vie normale, active et saine »(FAO, 2019).

périmètres irrigués. Le continent africain possède une variété de systèmes irrigués, depuis des petits systèmes privés de quelques hectares à des grands périmètres irrigués de plusieurs milliers d'ha financés par les États. Ces derniers ont émergé dans les années 1970 pour stimuler le développement rural et assurer l'autonomie alimentaire (ARID, 2004). Cependant, la mise en place des grands systèmes irrigués est l'objet de controverses en raison des effets positifs et négatifs qu'ils peuvent engendrer. L'investissement dans l'irrigation permet d'accroître la productivité de la terre (agricole) et du travail à travers l'intensification et la sécurisation des récoltes face aux déficits de la pluie (Smith, 2004). La hausse importante de la production mondiale de céréales (environ 100%) enregistrée au cours des années 1970 et 1980 (Révolution verte) provenait pour 92% des terres irriguées (Hasnip *et al.*, 2001). L'augmentation de la production permet d'améliorer la souveraineté alimentaire des États et la sécurité alimentaire des populations à travers la hausse de l'offre de produits alimentaires. De même, l'irrigation génère des opportunités d'emplois agricoles à travers la hausse de l'intensité culturale (Hasnip *et al.*, 2001). Les gains de productivité et les emplois agricoles se traduisent par une amélioration des revenus, qui en retour créera des effets d'entraînement en augmentant la demande de biens non alimentaires, stimulant ainsi des créations d'emplois non agricoles surtout si la demande concerne des biens produits localement. Ces effets positifs permettent de réduire la pauvreté et l'insécurité alimentaire, mais peuvent en revanche être inhibés par les impacts négatifs des systèmes d'irrigation. La mise en place des grands périmètres irrigués augmente la pression foncière en raison de l'attractivité des zones irriguées. Cela génère des risques de morcellement du foncier attribué aux petits agriculteurs et aggrave leur situation de pauvreté (Bélières *et al.*, 2011). La construction des barrages et des aménagements entraîne des déplacements de populations et des pertes de ressources de subsistance (WCD, 2000). Elle peut aussi conduire à des risques de dégradations écologique et environnementale (pollution, érosion et salinisation des sols), liés à l'intensification des cultures (Hussain, 2007). Les impacts en retour sur la productivité agricole peuvent être importants (El-Nashar, 2013). Enfin, des risques de maladies hydriques sont mis en évidence dans les systèmes irrigués (Kibret *et al.*, 2010).

Les impacts positifs et négatifs des grands systèmes irrigués expliquent les débats dans la littérature autour de leur contribution réelle à l'amélioration des conditions d'existence des populations bénéficiaires. Même si les études analysant cette question sont unanimes sur l'importance de l'irrigation, les résultats en matière de réduction de la pauvreté, de l'insécurité alimentaire et de la vulnérabilité des producteurs sont loin de faire consensus. Parmi les études qui aboutissent à une contribution significative des grands systèmes irrigués à la réduction de la pauvreté, plusieurs d'entre elles ont montré que cet impact varie selon la productivité agricole et l'accès à la terre (Hussain *et al.*, 2006), le niveau de diversification et des opportunités non agricoles disponibles (Hussain et Wijerathna, 2004). En revanche, l'impact des grands systèmes irrigués sur la pauvreté

est marginal selon d'autres auteurs, en raison de l'accès limité aux ressources productives, notamment la terre (Hussain et Hanjra, 2003 ; Bélières *et al.*, 2011) et des difficultés à écouler la production agricole (Dinye, 2013). La réduction significative de l'insécurité alimentaire par la grande irrigation a été également mise en évidence par de nombreuses recherches (Khan et Shah, 2012 ; Nkhata, 2014), mais celle de Dinye (2013) souligne un impact limité dû à l'inflation post-récolte des prix des produits alimentaires. Enfin, bien que l'irrigation réduise la vulnérabilité face à l'irrégularité des pluies (IPTRID, 1999), des études empiriques ont montré que les ménages irrigants restent dans certains cas vulnérables en raison de l'apparition d'autres formes de risques tels que l'accès aux facteurs de production (intrant, crédit), l'attaque de ravageurs, les inondations (Bélières *et al.*, 2011), et la variabilité des prix de vente des produits (Albizua *et al.*, 2019). Ces résultats contradictoires montrent qu'aucune conclusion définitive ne peut être tirée quant à une contribution significative et claire des grands systèmes irrigués à la réduction de la pauvreté, de l'insécurité alimentaire et de la vulnérabilité des ménages. Cela justifie l'intérêt d'étudier chaque système d'irrigation et son contexte afin de comprendre ses effets réels et d'en tirer des conclusions de son impact sur les conditions de vie des populations. Cette thèse se place dans cette démarche d'analyse.

2. Problématique, objectifs et hypothèses

Le Burkina Faso fait partie de ces pays pauvres subsahariens à vocation agricole, où l'irrigation a toujours occupé une place importante dans les politiques publiques. L'agriculture emploie environ 80% de la population active (INSD, 2018), mais elle est confrontée à des aléas fréquents, en raison des conditions climatiques difficiles liées au positionnement du pays dans la bande sahélienne. Durant les trois dernières décennies, une quinzaine de chocs climatiques (sécheresses, inondations, attaques acridiennes) ont affecté la production agricole (GBF, 2009 ; PAM, 2014 ; MERH, 2015). Ces contextes économique et naturel défavorables constituent depuis toujours, les principales motivations de la réalisation des périmètres irrigués. Ainsi, depuis l'indépendance du pays en 1960, plusieurs politiques en faveur de la promotion de l'agriculture irriguée ont été mises en place par les gouvernements successifs. Celles-ci se sont matérialisées par la réalisation de plans, projets et programmes de développement à partir desquels, différents barrages ont été construits, des terres aménagées et des populations installées pour l'exploitation du potentiel agricole. Ces interventions de l'État ont occasionné des dépenses publiques importantes. Par exemple, entre 2000 et 2011, le budget alloué aux aménagements irrigués et associés, s'élevait à 543 milliards de FCFA (830 millions €) (Guiré, 2013). De ces politiques d'irrigation, l'État espérait des impacts multiples à la fois (i) microéconomique : l'amélioration des conditions de vie des ménages bénéficiaires qui profiteront d'un milieu biophysique favorable pour cultiver grâce à l'irrigation ; (ii) méso-

économique : la hausse régionale des volumes de production afin de créer une dynamique économique par le biais d'effets d'entraînement sur le commerce, l'agrobusiness, l'industrie de la transformation ; (iii) macroéconomique : la garantie de l'autonomie alimentaire nationale, notamment en riz, face à l'instabilité des marchés internationaux de céréales, tout en réalisant des investissements publics judicieux.

Cependant, malgré ces dépenses publiques importantes consacrées à l'irrigation, la pauvreté et l'insécurité alimentaire de la population sont toujours persistantes. Le taux de pauvreté dans le pays est passé de 44,5% en 1994 à 40,1% en 2014 (INSD, 2018). Le nombre de personnes sous-alimentées a augmenté de 2,4 millions en 1990 à 3,7 millions en 2016, tandis que le taux de prévalence a juste baissé de 27% à 20% sur la même période (FAO, 2016). De même, la disponibilité en terres irriguées ne semble pas avoir influencé significativement l'évolution de la pauvreté. Elle reste persistante même dans les principales régions d'irrigation (Figure 1). Ces quatre régions (sur 13), possédaient à elles seules 64% de la superficie irriguée emblavée du pays en 2009 (MAHRH, 2011) et 58% en 2014 (MARHASA, 2015). Cependant, une tendance claire de la réduction de la pauvreté n'est pas perceptible notamment pour les régions de la Boucle du Mouhoun, du Centre-Est et même des Hauts-Bassins (Figure 1). Ces différents constats mis en évidence ici soulèvent des interrogations sur l'efficacité des politiques irriguées sur la réduction de la pauvreté au plan microéconomique et sur la hausse significative de la production de céréales au niveau macroéconomique.

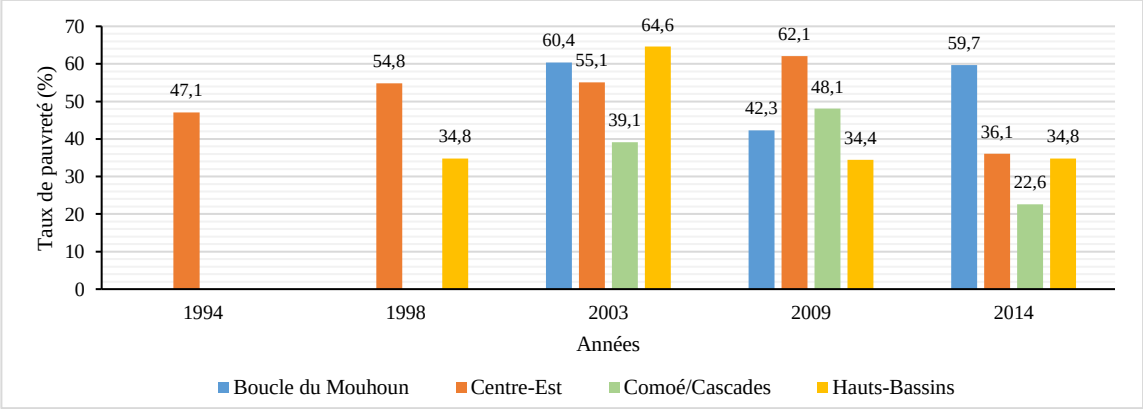


Figure 1 : Evolution du taux de pauvreté dans les régions à fortes surfaces irriguées emblavées
Source : (INSD, 2000, 2018)

Le périmètre irrigué de Bagré, situé dans la région du Centre-Est et objet de cette étude est un cas emblématique des questions associées aux systèmes irrigués. Un grand barrage a été construit en 1994 pour produire de l'électricité et développer la riziculture irriguée dans le cadre d'un pôle de croissance impliquant des ménages irrigants et des agro-entrepreneurs. Le projet a suscité beaucoup d'espoirs tant au moment de sa création que lors de sa redynamisation en agropole en 2012 : « la

terre économique promise », disait du périmètre un ressortissant, ou « Bagrépôle[2] présage pour la région du Centre-Est et pour tout le pays, un avenir plein d'espoir », déclarait le Premier ministre de l'époque (L.A Tiao), lors du lancement officiel du projet pôle de croissance (Bagrépôle, 2012c). Tandis que des extensions futures de milliers d'hectares sont prévues dans les années à venir, et impacteront des milliers de personnes de la zone pluviale alentour, une contribution significative du périmètre à l'amélioration des conditions de vie des ménages bénéficiaires et à une croissance de la production agricole n'a pas été démontrée. Face à cela, cette thèse pose la question principale suivante : **Comment la pauvreté, l'insécurité alimentaire et la vulnérabilité des ménages sont-elles impactées par le périmètre irrigué ?**

Cette question générale est construite autour des concepts clés que sont la pauvreté, l'insécurité alimentaire et la vulnérabilité. La pauvreté renvoie à une situation où une ou plusieurs personnes ont un accès insuffisant au bien-être matériel considéré comme le minimum requis selon les normes de la société dans laquelle elles vivent (Ravallion, 1992). En référence à cette définition, les individus pauvres sont ceux qui n'arrivent pas à satisfaire leurs besoins de base (nourriture, santé, etc.). La question de la caractérisation de cette pauvreté se pose donc pour les ménages de la zone, notamment en quoi l'accès à l'irrigation influence ou non ces caractéristiques. Comme le plus souvent, dans ces périmètres irrigués, les coûts élevés des systèmes de production prônés, soulèvent des questions sur la capacité des paysans à les supporter. D'où l'intérêt d'introduire ici, la notion de sécurité économique qui permet d'analyser à la fois la capacité du ménage à satisfaire ses besoins essentiels de la période, et d'investir dans les activités nécessaires pour satisfaire ceux de la période suivante[3]. En milieu agricole, la pauvreté et l'insécurité alimentaire sont étroitement liées. Les pauvres sont ceux qui manquent souvent d'assez de ressources pour accéder à la nourriture dont ils ont besoin, même si celle-ci est disponible sur le marché. La question de l'insécurité alimentaire se pose aussi pour les ménages étudiés. Elle est définie comme une « absence d'un accès sûr à une quantité suffisante d'aliments salubres et nutritifs propres à une croissance et à un développement normaux ainsi qu'à une vie saine » (FAO, 2018). Donc, deux premières sous-questions auxquelles nous cherchons à répondre sont : Quel est l'état actuel de la pauvreté, de l'insécurité économique et de l'insécurité alimentaire des ménages de la zone ? Quels sont les mécanismes à l'œuvre qui ont abouti à la situation observée et les trajectoires possibles pour les futurs irrigants ? Pour y parvenir, nous testons une première hypothèse qui est la suivante : **(H1) La situation des ménages agricoles est très différenciée selon leurs dotations en facteurs (terre, main d'œuvre, équipement et bétail), ce qui engendre des stratégies différentes et explique leur niveau de pauvreté,**

[2] Nom officiel attribué au « Projet Pôle de Croissance de Bagré » (PPCB lancé en 2012).

[3] Cette définition est inspirée de (Holzmann *et al.*, 2008).

d'insécurité alimentaire et d'insécurité économique. Cette hypothèse s'appuie sur le cadre d'analyse des moyens d'existence et sur une précédente étude réalisée sur le périmètre de Bagré qui, à partir d'une typologie à dire d'experts sur un nombre restreint de ménages, a révélé l'existence de plusieurs ménages types (Tapsoba, 2016). Il s'agit donc d'étendre l'échantillon d'enquêtes pour tester la validité de cette première hypothèse. Puis, d'analyser les mécanismes à l'œuvre qui ont conduit les ménages à cette situation et d'évaluer comment les extensions en cours et futures du périmètre pourraient impacter les trajectoires de revenu des ménages de la zone pluviale qui recevront des terres irriguées.

Comme l'insécurité alimentaire, la vulnérabilité et la pauvreté sont souvent liées. La pauvreté caractérise la marginalisation et la faiblesse de l'accès aux ressources qui sont nécessaires pour faire face aux risques (Adger, 1999). Plusieurs concepts de vulnérabilité existent. Nous nous intéressons ici aux vulnérabilités à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire, définies comme le risque que l'accès du ménage à la nourriture ou au revenu, soit réduit en dessous d'un certain seuil suite à l'apparition d'un événement aléatoire ou déterministe, récurrent ou occasionnel (Chaudhuri *et al.*, 2002 ; Holzmann *et al.*, 2008). Le risque se réfère à la probabilité de pertes futures de moyens d'existence, consécutives à des interactions d'aléas naturels et anthropiques (UNISDR, 2004). Une troisième sous-question de recherche ressort : En quoi l'intégration au périmètre irrigué génère-t-elle des risques supplémentaires qui accroissent la vulnérabilité des ménages à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire ? Une fois que nous aurons répondu à notre première hypothèse et caractérisé la diversité des situations des ménages, leur niveau de pauvreté, d'insécurité économique et d'insécurité alimentaire, il s'agira de voir quels sont les risques les plus importants qui conditionnent la vulnérabilité des ménages. Pour cela, nous testons une seconde hypothèse qui est la suivante : **(H2) L'intégration au système irrigué expose les ménages à d'autres types de risques, ce qui modifie leur vulnérabilité à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire, mais ne la réduit pas forcément.** En fonction des nouveaux risques apparus, il s'agira de voir quelles sont les solutions innovantes qui pourraient permettre de les réduire et ainsi améliorer les conditions de vie des ménages.

Conformément à la question générale, cette thèse vise principalement à analyser la contribution du périmètre irrigué à la réduction de la pauvreté, des insécurités alimentaire et économique, et de la vulnérabilité des ménages agricoles. Elle cherche également à mettre en évidence comment les extensions en cours et à venir pourraient influencer les trajectoires futures des ménages de la zone pluviale. Enfin, au-delà de la caractérisation de la situation actuelle, l'objectif de cette thèse est de fournir des pistes de solutions innovantes afin de réduire la vulnérabilité des ménages ayant accès aux terres irriguées. Les résultats de ces recherches empiriques apporteront une contribution

importante sur les questions « irrigation et lutte contre la pauvreté, l'insécurité alimentaire et la vulnérabilité », dans le contexte du Burkina Faso, où il existe peu d'études, alors que l'engouement autour des grands périmètres irrigués est toujours important. Ce faisant, ce travail participera aussi aux réflexions sur le renforcement de la sécurité alimentaire à l'échelle nationale et le rôle des grands périmètres irrigués dans la lutte contre la vulnérabilité alimentaire et économique des ménages. Enfin, cette thèse entend contribuer à une meilleure compréhension des questions de financement des coûts de production en agriculture irriguée, matérialisées ici par le calcul d'indicateurs de sécurité économique.

3. Démarche méthodologique générale

Pour vérifier les hypothèses et répondre aux questions posées, les analyses sont centrées sur le ménage, tout en intégrant son environnement externe. Cela implique de prendre en compte plusieurs échelles d'analyse. De même, les analyses s'intéressent aux rapports sociaux et économiques, et aux systèmes de production, ce qui implique de considérer plusieurs disciplines (sociologie, économie, agronomie). Pour une démarche multidisciplinaire et multiniveau, le « cadre conceptuel des moyens d'existence » est mobilisé. Les moyens d'existence regroupent les dotations en capitaux (naturel, physique, humain, financier et social), les activités (agricoles et non agricoles), et l'accès à ceux-ci (par l'intermédiaire des institutions et des relations sociales), qui ensemble, déterminent le niveau de vie de l'individu ou du ménage (Ellis, 2000a).

Conformément à ce cadre, nous analysons d'abord l'accès des ménages aux ressources et ce qu'ils en extraient pour satisfaire leurs besoins afin d'établir un diagnostic socioéconomique, d'expliciter les mécanismes à l'œuvre ayant abouti à la situation observée et les trajectoires qui en découlent pour les futurs irrigants. En l'absence de données sur la situation avant la mise en eau du barrage, qui aurait permis une approche « avant/après », une approche « avec/sans » irrigation est proposée, afin de comparer les ménages irrigants et les ménages de la zone pluviale alentour. Le diagnostic est basé sur des enquêtes et des ateliers participatifs de focus groupes. Des indicateurs (revenu, consommations alimentaire et énergétique) ont été calculés et comparés à des seuils usuels et définis de façon participative, afin d'évaluer la capacité des ménages à satisfaire leurs besoins monétaire et alimentaire, et ainsi estimer leur niveau de pauvreté, d'insécurité alimentaire et d'insécurité économique. Ensuite, pour évaluer la vulnérabilité, les risques auxquels sont confrontées les ressources mobilisées ont été identifiés et hiérarchisés (selon la perception de la population et par nos calculs), ainsi que leurs probabilités d'occurrence et en même temps la part des ressources soumise à chacun de ces risques. Ce qui nous permet de définir le degré d'exposition du ménage aux risques et sa vulnérabilité à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire. Enfin, le risque

le plus important a été identifié et ses causes ont été analysées à travers un atelier multi-acteurs afin de rechercher des solutions permettant d'améliorer la situation.

4. Plan de la thèse

La thèse est organisée en deux grandes parties : la première partie présente le cadre contextuel d'analyse et la méthodologie générale de la thèse. Elle comprend trois chapitres :

Le chapitre 1 présente une revue de littérature sur les effets des grands systèmes irrigués : il retrace brièvement l'histoire de l'irrigation et définit les caractéristiques des systèmes d'irrigation. Les effets positifs et négatifs des systèmes irrigués sont ensuite présentés, ainsi que les controverses autour de la réduction de la pauvreté, de l'insécurité alimentaire et de la vulnérabilité. Cette revue permet de justifier les motivations empiriques des recherches menées ici.

Le chapitre 2 présente les politiques publiques en faveur de l'agriculture irriguée au Burkina Faso : il expose les caractéristiques générales de l'économie nationale et la dynamique de développement de l'irrigation depuis l'indépendance du pays. Les résultats de chaque politique sur la production agricole, la lutte contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire sont présentés ainsi que les causes des échecs et succès de certaines d'entre elles.

Le chapitre 3 décrit le cadre conceptuel mobilisé et la méthodologie générale adoptée pour conduire les recherches : il expose le cadre d'analyse des moyens d'existence et les concepts associés, ainsi que son opérationnalisation pour la zone de Bagré. En s'appuyant sur ce cadre, la démarche générale des recherches est présentée, en revenant d'abord sur la description de la zone d'étude et ensuite sur les méthodes du diagnostic socioéconomique, de l'évaluation de la vulnérabilité et du diagnostic des contraintes de la commercialisation du riz paddy.

La deuxième partie présente les méthodes d'analyse des données collectées et les résultats des recherches. Elle comprend quatre chapitres qui découlent des deux hypothèses de la thèse.

Les chapitres 4 et 5 apportent des réponses à notre première hypothèse qui stipule que la situation des ménages agricoles est très différenciée selon leurs dotations en facteurs (terre, main d'œuvre, équipement et bétail), ce qui engendre des stratégies différentes et explique leur niveau de pauvreté, d'insécurité alimentaire et d'insécurité économique.

Ainsi le chapitre 4 caractérise la diversité des ménages dans l'accès aux ressources en construisant une typologie : la méthode est basée sur une analyse statistique multivariée, composée d'une analyse en composantes principales et d'une analyse de clusters. Cette méthode permet d'identifier plusieurs ménages types, dont les caractéristiques ont été décrites en détail par la suite.

Le chapitre 5 analyse l'état de pauvreté et d'insécurité alimentaire des ménages et l'explique par l'accès aux ressources: la méthode est basée sur le cadre d'analyse des moyens d'existence. Plusieurs indicateurs socioéconomiques sont proposés afin de décrire et d'expliquer la situation économique et alimentaire des ménages du périmètre irrigué et de ceux situés en dehors et de les comparer. Les trajectoires des futurs irrigants sont ensuite représentées sur la base des conditions actuelles d'accès aux ressources du périmètre.

Le chapitre 6 tente de répondre à notre seconde hypothèse qui postule que l'intégration au système irrigué expose les ménages à d'autres types de risques, ce qui modifie leur vulnérabilité à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire mais ne la réduit pas forcément. Ainsi, dans ce chapitre, la vulnérabilité des ménages à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire est évaluée. Il présente la méthode de hiérarchisation des aléas et d'évaluation de leurs impacts ex ante et celles de la quantification du risque et des capacités à faire face aux chocs. Ces méthodes permettent de décrire les risques (nouveaux et anciens) présents dans la zone et leur importance, les stratégies mises en place par les ménages et leurs capacités à faire face.

Un des risques principaux apparus est lié aux incertitudes sur la commercialisation du riz. Le chapitre 7 analyse donc la filière rizicole et les contraintes et opportunités de réduction des risques de commercialisation du paddy produit dans la zone : la méthode est basée sur des entretiens et l'application de deux instruments d'analyse. Les résultats présentent les causes sous-jacentes à ce problème et les solutions proposées par les producteurs étudiés.

Chaque chapitre des résultats (deuxième partie de la thèse) comprend à la fin une discussion et une conclusion comprenant un rappel de l'objectif et de la méthode employée, un résumé des résultats, et les limites de la méthode. Pour clore la thèse, une conclusion générale et des perspectives sont présentées après le dernier chapitre.

PARTIE I : CADRE CONTEXTUEL D'ANALYSE ET METHODOLOGIE

Chapitre 1. Grands périmètres irrigués et réduction de la pauvreté, de l'insécurité alimentaire et de la vulnérabilité

1. Introduction

L'irrigation est une technique qui consiste à amener artificiellement de l'eau additionnelle sur les terres cultivées, au-delà de ce qu'apporte la pluie, afin d'optimiser la productivité agricole (Bazza, 2007). Inventée depuis plusieurs millénaires (Sojka *et al.*, 2002), l'agriculture irriguée est devenue un moyen important pour accroître la production agricole et lutter contre la pauvreté (IPTRID, 1999). Elle contribue aujourd'hui pour environ 40% de la production mondiale de nourriture pour seulement 20% des surfaces agricoles cultivées (ICID, 2014). Théoriquement, l'irrigation est également perçue comme une stratégie de réduction de la vulnérabilité des populations face à la variabilité pluviométrique (Hasnip *et al.*, 2001). Cependant, la mise en place des grands systèmes d'irrigation génère des effets positifs et négatifs, et leur contribution à l'amélioration de la situation économique et alimentaire des populations est loin de faire consensus. L'objectif de ce chapitre est d'exposer les controverses autour de l'impact des grands périmètres irrigués sur la pauvreté, l'insécurité alimentaire et la vulnérabilité des populations. Il s'agit de replacer la thèse dans l'état de l'art et de justifier les motivations empiriques des recherches que nous avons menées.

Le reste du chapitre est composé de trois parties. La deuxième partie décrit un bref historique de l'irrigation et définit les concepts clés associés. La troisième partie présente les effets controversés des grands systèmes irrigués. La quatrième partie conclut le chapitre.

2. L'irrigation : histoire, concepts et définitions

2.1. Pratique de l'irrigation, une histoire très ancienne

L'apport de l'eau est vital à la croissance et à la reproduction des cultures agricoles. La source naturelle d'alimentation est l'eau émanant de la pluie. Cependant, les précipitations sont irrégulières dans le temps et dans l'espace, et même souvent insuffisantes pendant les périodes idoines de besoins des plantes. Certaines régions du globe (notamment les zones arides), sont confrontées à la rareté et à la discontinuité des pluies, rendant la pratique de l'agriculture pluviale très risquée, voire impossible. Pour pallier à cela, l'homme a inventé, il y a plusieurs millénaires, l'irrigation. Les techniques d'irrigation consistent à apporter en plus de la pluie, à des périodes choisies, un supplément d'eau aux cultures afin d'optimiser la productivité agricole (Sojka *et al.*, 2002 ; Bazza, 2007). En général, l'eau est stockée par le biais d'un ouvrage hydraulique (barrages, puits, etc.), qui

sert de source d'alimentation des cultures pendant les périodes de besoins. L'approvisionnement en eau peut se faire aussi à travers des stockages naturels (fleuves, rivières, bas-fonds, etc.), dans les zones où les ouvrages artificiels sont indisponibles. Les cultures peuvent être irriguées de plusieurs manières à savoir par gravitation, par pompage, ou par aspersion. L'eau apportée artificiellement sert, soit de complément pour combler les déficits pluviométriques, notamment pendant la saison humide afin de maximiser les besoins des plantes, soit de substitut absolu à la pluie qui manque en saison sèche. En zone tropicale où est situé le Burkina Faso, l'irrigation est la seule source d'alimentation en eau pour les cultures pendant la période sèche qui dure généralement sept mois, de novembre à mai.

La pratique de l'agriculture irriguée date de la période antique, voire préhistorique. Les premières techniques d'irrigation ont été conçues au Proche Orient (Egypte et Mésopotamie[4]), il y a plusieurs millénaires avant notre ère (Sojka *et al.*, 2002 ; Bazza, 2007 ; Bjornlund et Bjornlund, 2010). Ces civilisations furent pionnières dans l'usage par voie artificielle de l'eau à des fins de production agricole (Bazza, 2007). En Egypte, l'irrigation était pratiquée par inondation des terres cultivées, pendant les crues annuelles du Nil (Schenkel, 1994 ; Manning, 2002). La production agricole était limitée à une seule campagne/an (Schenkel, 1994). Deux techniques d'irrigation étaient pratiquées à cette période :

- L'irrigation naturelle (Manning, 2002) : elle consistait à ensemencer les zones inondables au bord du fleuve. Les cultures étaient irriguées uniquement par la crue annuelle, sans alimentation artificielle. Elle semble la plus ancienne.
- L'irrigation par bassins (Schenkel, 1994 ; Manning, 2002 ; Bazza, 2007): elle était plus améliorée que la précédente car des canaux d'irrigation ont été construits pour conduire l'eau vers les champs. Les terres étaient parcellées en petites surfaces par des digues et l'eau stockée dans chacune d'elles pendant plusieurs jours, au moment de la crue du fleuve.

Ces techniques simples et peu coûteuses ont servi à la production agricole pendant plusieurs milliers d'années (Bjornlund et Bjornlund, 2010). Cependant, des systèmes plus modernes, permettant d'irriguer régulièrement les récoltes, se sont développés au cours du 19ème siècle (Manning, 2002), en réponse notamment au boom démographique du pays et à la hausse de la demande alimentaire (Bjornlund et Bjornlund, 2010). En Mésopotamie, l'agriculture irriguée était pratiquée le long des fleuves Tigre et Euphrate avec des méthodes d'irrigation similaires à celles de l'ancienne Egypte (Bazza, 2007). Dans cette région, des canaux étaient nécessaires pour contrôler les crues des fleuves dont les périodes de pics ne coïncidaient pas avec celles des besoins en eau agricole (Viollet, 2014).

[4] Les actuels Irak et Iran (*https://www.irrigationaustralia.com.au/about-us/the-history-of-irrigation*)

Depuis son invention, la technique d'irrigation s'est développée partout dans le monde. Notamment en Chine et dans le bassin de l'Indus (Inde et Pakistan), où elle s'est répandue, il y a 4 milliers d'années et dans les Amériques, où sa pratique remonte à 2 millénaires (van Schilfgaarde, 1994). En Afrique subsaharienne, les recherches archéologiques reportées par ICID[5] montrent que l'irrigation semble avoir débuté dans les civilisations au bord du fleuve Niger, un à 2 millénaires avant notre ère, et était basée sur des techniques d'inondation des champs en saison pluvieuse. Grâce à l'avancée technique, il existe aujourd'hui une diversité de méthodes d'irrigation. Le choix de chaque technique est motivé par plusieurs facteurs tels que la topographie, les cultures choisies, la faisabilité économique, l'efficacité, les coûts d'opération et de maintenance, les normes sociales, etc. (Varshney, 1995). Les techniques les plus adoptées aujourd'hui sont l'irrigation de surface, l'irrigation par aspersion et la micro irrigation (Brouwer *et al.*, 1990 ; Bjorneberg, 2013) :

- Irrigation de surface : c'est la technique la plus ancienne et la plus utilisée dans le monde (Varshney, 1995 ; USDA, 2012). Elle consiste à alimenter les terres irriguées (grandes cultures, vergers fruitiers, etc.) en amenant l'eau par gravitation ou par pompage, depuis la source de stockage, par le biais de canaux, de tuyaux, etc. (Bjorneberg, 2013). Selon la façon dont l'eau est distribuée dans les champs (Brouwer *et al.*, 1990), on peut distinguer quatre variantes de l'irrigation de surface : la distribution par la technique des bassins[6], des sillons, des planches, ou l'inondation incontrôlée (Varshney, 1995 ; USDA, 2012)[7].
- Irrigation par aspersion : l'eau est amenée par un réseau de conduites et dispersée à la surface des terres sous forme de pluie artificielle, par le biais d'asperseurs (Brouwer *et al.*, 1990). Elle est adaptée à plusieurs types de cultures comme le maraîchage, les grandes cultures, les vergers, etc. (Bjorneberg, 2013) et aux sols très perméables et affaissés (Varshney, 1995).
- Micro-irrigation (goutte à goutte) ou localisée: c'est une technique très efficiente où l'eau est conduite au champ par un système de canalisation et distribuée aux cultures par le biais de goutteurs (Brouwer *et al.*, 1990). Elle est utilisée pour les vergers, les vignes, etc. (Bjorneberg, 2013).

Les enquêtes réalisées par la FAO en 2005, sur l'irrigation en Afrique ont montré que la méthode localisée était une pratique très marginale (4,8% des surfaces irriguées), dominée par l'irrigation de surface (78,4%) et l'irrigation par aspersion (16,8%) (Frenken, 2005).

[5] International Commission on Irrigation and Drainage : source (https://www.icid.org/res_irrigation.html)

[6] Dans les systèmes d'irrigation à grande échelle comme celui de Bagré, c'est la technique d'irrigation par bassins qui est la plus privilégiée, notamment pour l'inondation des rizières en mode paysannat.

[7] Voir les documents cités dans ce paragraphe pour une description détaillée de chaque variante

2.2. Caractérisation des systèmes d'irrigation

En général, la mise en place d'un projet d'irrigation moderne à grande échelle, requiert aujourd'hui, la conception de plusieurs structures. On distingue l'ouvrage hydraulique (principalement le barrage), la technique d'irrigation qui comprend le choix de la méthode d'alimentation, le système de production, etc. (WCD, 2000), l'aménagement des terres irriguées, le mode de gouvernance institutionnelle et organisationnelle du système, la définition des règles de partage des ressources et bénéfices, etc. Tous ces éléments réunis, forment le système irrigué, dont les modalités sont diverses en Afrique.

2.2.1. Typologie des périmètres irrigués ouest africains

Les systèmes d'irrigation pratiqués dans la région ouest africaine présentent des caractéristiques diverses (ARID, 2004 ; Barbier *et al.*, 2011). Une typologie basée sur plusieurs critères réalisée par l'ARID (2004) dans cinq pays sahéliens africains (Burkina Faso, Mali, Mauritanie, Niger et Sénégal) a permis de distinguer neuf types de systèmes irrigués (Tableau 1). Les principaux critères qui différencient ces systèmes sont le type d'investisseur, le mode de gestion, la taille du périmètre, la maîtrise de l'eau, la méthode d'irrigation, les types de spéculations et la main d'œuvre employée. Sur la base de cette typologie, les systèmes dominants en matière de surface irriguée étaient, la culture de décrue (25%), suivis du grand périmètre irrigué (20%), de la submersion contrôlée (16%) et du petit périmètre individuel (15%) (Barbier *et al.*, 2011).

Tableau 1 : Typologie des systèmes irrigués en Afrique de l'ouest sahélienne

	Investisseur	**Gestion**	**Taille**	**Maîtrise de l'eau**	**Méthodes d'irrigation**	**Spéculations**	**Main d'œuvre**
Périmètre public grand et moyen	État/bailleur	OP + État	100 ha à 55000 ha	totale	Surface, californien	Riz, polyculture	Familiale + salariée
Périmètre villageois public	État/bailleur /ONG	OP	< 100 ha	totale	Surface	Riz, céréales polyculture	Familiale
Petit périmètre collectif	Groupe d'exploitants	OP	< 50 ha	totale	Surface	Riz, céréales polyculture	Familiale
Petit périmètre individuel	Exploitant individuel	Exploitant	Quelques ha	totale	Surface, localisée	Céréales, fruits maraîchage	Familiale
Périmètre agro-business	Entrepreneur particulier	Salarié	10 ha à 100 ha	totale	Surface, localisée, aspersion	Riz, fruits, maraîchage	Salariée
Périmètre agro-industriel	Firme	Salarié	100 ha à 1000 ha	totale	Surface, localisée, aspersion	Cane, fruits, maraîchage	Salariée
Culture de décrue	Exploitant individuel	Exploitant	-	Partielle	Surface	Céréales, fourrages	Familiale
Cultures fluviales en submersion contrôlée	État/bailleur /ONG	OP + État	200 ha à 6000 ha	Partielle	Surface	Riz	Familiale
Bas-fond en submersion contrôlée	État/bailleur /ONG	OP + État	10 ha à 250 ha	Partielle	Surface	Riz, céréales	Familiale

Source :(ARID, 2004) – ARID (Association Régionale de l'Irrigation et du Drainage en Afrique de l'Ouest et du Centre)

La plupart de ces types de périmètres (en dehors du périmètre agrobusiness et les cultures fluviales en submersion contrôlée) sont également présents au Burkina Faso (ARID, 2004). Toutefois, le ministère de l'agriculture du Burkina Faso agrège ces systèmes irrigués en quatre types (MAHRH, 2006), que sont les grands périmètres publics, les périmètres moyens d'initiatives publiques ou privées de taille inférieure dont les caractéristiques sont similaires au système à grande échelle, la petite irrigation villageoise, privée, collective ou publique et les bas-fonds qui regroupent les systèmes avec maîtrise partielle de l'eau. Pour la suite de cette thèse, seront considérés comme identiques, les termes systèmes d'irrigation à grande échelle, grands périmètres irrigués et grande irrigation ; les termes systèmes à moyenne échelle et périmètres moyens ; et les termes systèmes d'irrigation à petite échelle et petite irrigation. Enfin, cette thèse se focalise principalement sur l'analyse de la situation économique et alimentaire des ménages dans un système d'irrigation à grande échelle, dont les caractéristiques générales peuvent être décrites comme suit :

2.2.2. Système d'irrigation à grande échelle

En fonction de cette typologie (Tableau 1), un système d'irrigation à grande échelle peut être défini comme un périmètre irrigué de taille pouvant atteindre des centaines ou des milliers d'hectares, conçu sous l'impulsion et le financement de l'État et cogéré avec des organisations paysannes. La méthode d'irrigation est de type surface, avec maîtrise totale de l'eau, où les champs (riz et polyculture) sont alimentés principalement par gravitation à partir d'un ouvrage artificiel qui est le barrage. L'émergence de ces systèmes sur le continent africain date des années 1970 et 1980, où les objectifs visés étaient d'assurer l'autonomie alimentaire des États, la sécurité alimentaire des populations et de promouvoir le développement rural (ARID, 2004). Les terres aménagées dans ces périmètres sont contrôlées par lesdits États, et partagées entre des petits producteurs familiaux qui reçoivent en général de petites surfaces entre 0,5 ha et 5 ha et des investisseurs privés nationaux et étrangers qui peuvent acquérir jusqu'à plus de 100 ha. Comparativement aux autres types de périmètres, la réalisation d'un grand système irrigué est très couteuse et budgétivore pour l'État. Le montant varie selon les pays. Le coût d'aménagement d'un ha en grand périmètre au Burkina Faso s'élevait en 2004 de 7 à 10 millions de FCFA (10000 à 15000 €), alors qu'en bas-fonds, il était compris entre 1,4 et 3,5 millions de FCFA, soit 2000 à 5000 € (World Bank, 2013). Pour l'Office du Niger au Mali, les coûts à la même période, étaient respectivement de plus de 5 millions de FCFA (7600 €) en grand périmètre et moins d'un million de FCFA (1500 €) pour les bas-fonds (Barbier *et al.*, 2011).

Certains systèmes d'irrigation ont une logique de fonctionnement d'agropoles, permettant ainsi de créer une dynamique de concentration de plusieurs activités économiques (IPTRID, 1999). Une agropole (ou pôle de croissance agricole) peut être définie « comme un ensemble d'entreprises

circonscrites dans une aire géographique donnée, qui entretiennent des relations fonctionnelles dans leurs activités de production, de transformation et de commercialisation d'un produit animal, végétal, halieutique ou forestier donné » (Dagorn *et al.*, 2017). Ces agropoles sont implantées sur des territoires ciblés, en raison de leur fort potentiel économique, notamment agricole irrigué, agro-industriel, minier et agropastoral. Cet outil, dont l'objectif est de promouvoir le partenariat public privé pour un développement agricole et économique, connait actuellement un engouement dans les États africains (Picard *et al.*, 2017). Depuis 2010, 42 pôles de croissance ou corridors[8] ont été initiés en Afrique au sud du Sahara, dont 62% (26 agropoles) sont en cours d'exécution (Tableau 2). L'un des pôles de croissance en cours de réalisation au Burkina Faso (depuis 2012), est celui de Bagré, la zone d'étude de cette thèse. Ces projets sont dans leur majorité soutenus par les institutions financières internationales et continentales. Parmi les 33 agropoles dont les financeurs sont connus, la BAD est la principale pourvoyeuse de fonds ou co-financeur dans 69% des projets et la Banque Mondiale dans 57% (Dagorn *et al.*, 2017). L'approche de développement des pôles de croissance se base sur un raisonnement macroéconomique : l'augmentation de la productivité et de la production agricole est considérée comme le moyen essentiel pour la lutte contre l'insécurité alimentaire des populations (Dagorn *et al.*, 2017). L'idée est d'attirer des investisseurs privés nationaux et internationaux, dont les activités permettront de générer des emplois agricoles et non agricoles, diffuser de la technologie et créer ainsi des effets multiplicateurs sur la croissance économique. Cependant, ces modèles sont décriés, d'une part parce que leur efficacité sur la réduction de l'insécurité alimentaire n'est pas prouvée, et d'autre parce qu'ils sont perçus comme une menace pour l'agriculture et les terres familiales (Dagorn *et al.*, 2017).

Tableau 2: Nombre de pôles ou corridors de croissance agricole en Afrique subsaharienne (depuis 2010)

	Burkina Faso	Reste Afrique de l'ouest	Reste Afrique subsaharienne	**Total**
En cours	1	9	16	**26**
En préparation	1	3	2	**6**
Planifié	1	3	1	**5**
Terminé ou arrêté	-	1	2	**3**
Stade initial ou lancé	-	1	1	**2**
Total	**3**	**17**	**22**	**42**

NB : Les (en cours) représentent uniquement ceux depuis 2010. Pour les autres statuts, certains n'ont pas de dates indiquées
Source : voir (Dagorn *et al.*, 2017) *pour plus de détail.*

Les enjeux autour de ces grands périmètres et les agropoles associées sont ainsi multiples. Ils sont à la fois internationaux (rayonnement des actions des bailleurs de fonds), nationaux (hausse de la

[8] Le concept de corridor de transport peut être défini comme « une structure multimodale composée d'axes routiers, ferroviaires, fluviaux ou encore aériens, fournissant alors une connexion économiquement efficiente entre des centres d'activités économiques d'une ou plusieurs zones enclavées d'un ou de plusieurs pays à un pays voisin ayant un accès maritime » (Porhel et Léon, 2014). Le corridor économique ou corridor de développement consiste à créer aux côtés de ces infrastructures de transport, des infrastructures industrielles et sociales afin de stimuler le développement économique et social des zones avoisinantes (Mulenga, 2013).

production et autonomie alimentaire), régionaux (développement local), microéconomiques (lutte contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire), financiers (rentabilité du projet et recouvrement des dépenses de l'État), de durabilité (protection de l'environnement et entretien du réseau).

2.2.3. Grands barrages hydrauliques et irrigation

Le barrage est un élément central du système d'irrigation. Il joue le rôle de stockage d'eau, d'alimentation des cultures, etc. Son exploitation à des fins agricoles et domestiques s'est répandue environ un millénaire après le début de l'irrigation, avant de servir pour la première fois à la production d'électricité à la fin du 19ème siècle (WCD, 2000). Les grands barrages ont connu un essor important au cours du siècle dernier, notamment à partir des années 1930 avec la construction du barrage de Hoover aux États-Unis (Nüsser, 2014). Considérés entre 1930 et 1970 comme symboles de progrès économiques (WCD, 2000), ces ouvrages ont suscité un intérêt croissant des pays développés et des États indépendants notamment africains, dans la période postcoloniale (Biswas et Tortajada, 2001). Cet engouement a été marqué par une hausse importante des projets de création de barrages. Le nombre de grands barrages dans le monde est passé de 8708 dans les années 1950 à 31089 à la fin de la décennie 1990, soit une hausse de plus de 250% en 50 ans (Figure 2 gauche). La période glorieuse se situe entre début 1960 et fin 1980, où plus de 5000 grands barrages ont été érigés chaque décennie. Le pic de construction ayant été atteint dans les années 1970, avec plus de 7500 ouvrages réalisés en une seule décennie. Dans la même période, le continent africain a connu également un boom dans la construction des grands ouvrages hydrauliques (Figure 2 droite). Le nombre de grands barrages a été multiplié par plus de 4 en 50 ans, passant de 194 dans les années 1950 à 863 dans les années 1990. La plus forte progression a été réalisée dans les années 1970 et 1980 où plus de 200 barrages ont été construits par décennie. L'Asie et l'Amérique du nord sont les premières en matière de nombre d'ouvrages. Parmi les 50000 grands barrages en opération en 2003, 39% ont été recensés en Asie, 32% en Amérique du nord, 19% en Europe et seulement 5% en Afrique (Tableau 3).

Tableau 3 : Nombre de barrages par continent en 2003 et leurs usages

	Asie	Amérique du nord	Europe	Afrique	Amérique du sud	Australie
Grands barrages/continent (%) *Sur 50000 barrages en 2003*	39	32	19	5	3	2
Usages des barrages (%)						
Contrôle des crues	2	13	3	1	17	2
Irrigation	65	11	25	52	15	19
Approvisionnement en eau	2	10	16	20	13	44
Hydroélectricité	7	11	31	6	26	19
Autre usage unique	1	24	2	2	4	3
Multi usage	24	30	23	19	25	14

Sources : (WCD, 2000 ; ICOLD, 2008)

Ces ouvrages sont généralement conçus pour des usages multiples (irrigation, production d'électricité, contrôle de crues, etc.), mais, l'irrigation reste le premier motif, suivie de l'électricité. En 2000, 19% de l'électricité produite dans le monde provenait des barrages qui alimentaient aussi 30% des surfaces agricoles irriguées (Duflo et Pande, 2007). En 2003, environ 38% des ouvrages recensés étaient destinés à l'irrigation, 18% à la production d'électricité, 14% à la fourniture en eau, 14% au contrôle des crues, 8% au loisir et 8% à d'autres usages (ICOLD, 2008). Les principaux objectifs sont différents selon les continents (Tableau 3). Alors qu'ils sont destinés majoritairement à l'irrigation en Asie (65%) et en Afrique (52%), pour le reste du monde, c'est soit la production d'électricité qui vient en premier (31% en Europe et 26% en Amérique du sud), ou l'approvisionnement en eau (44% en Australie), ou le multi usage (30% en Amérique du nord).

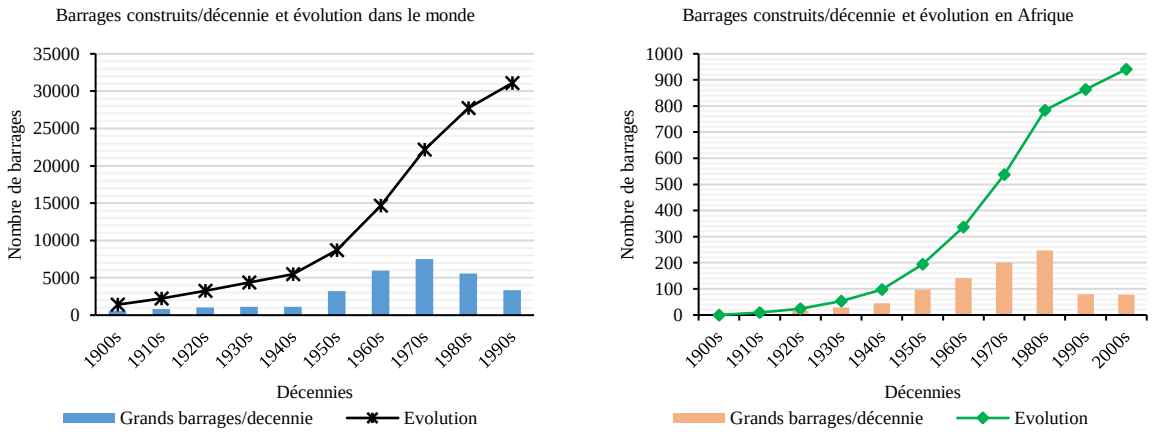


Figure 2: Nombre de grands barrages construits par décennie et leurs évolutions en Afrique (données extraites d'Aquastat) et dans le monde (données extraites de (ICOLD, 2008))
(*Source graphique : réalisé par l'auteur*)

En ce qui concerne l'Afrique, la construction des barrages répondait au départ, surtout à des enjeux nationaux de souveraineté énergétique et de satisfaction des besoins en eau pour un développement économique des jeunes États (Lassailly-Jacob, 1983 ; Skinner *et al.*, 2009), notamment après les indépendances obtenues au milieu du 20ème siècle. Mais, les sécheresses à répétition qui ont frappé les pays africains et notamment le Sahel pendant les années 1970 et 1980 (Masih *et al.*, 2014), ont renforcé l'intérêt autour des aménagements irrigués qui ont été adoptés au fil du temps comme une stratégie de réponse aux conditions climatiques extrêmes (Marzouk, 1989 ; Lienou *et al.*, 2014). Cette période d'expansion des grands barrages a permis d'accroître les surfaces agricoles équipées pour l'irrigation dans le monde (Tableau 4). Entre 1973 et 2013, la surface équipée pour l'irrigation est passée de 196,1 millions d'ha à 325,1 millions ha, soit une hausse de 66% en 40 ans. La hausse la plus importante a été enregistrée en Afrique en général et dans la région subsaharienne en particulier où les surfaces irriguées ont presque doublé (95%) pendant la même période, et en Asie où elle a augmenté de 75%. Par contre, elle a faiblement progressé en Europe (15%), avec

notamment une baisse de 22% entre 1993 et 2013. Dans tous les continents, on note un ralentissement de la progression des aménagements irrigués entre 1993 et 2013 par rapport aux deux décennies précédentes. Le continent asiatique concentre la majorité des surfaces irriguées du monde entier, soit 71,6% des 325,1 millions ha en 2013. Les terres irriguées en Afrique ne représentent que seulement 4,8% du total mondial.

Tableau 4 : Evolution de la surface totale équipée pour l'irrigation par continent (1973 à 2013)

	Surface irriguée (millions d'ha)			Evolution en %			*Part/continent (en %)*
	1973	**1993**	**2013**	**1973-1993**	**1993-2013**	**1973-2013**	***2013***
Monde	196,1	265,9	325,1	36	22	66	*100*
Afrique	8,7	12	15,6	38	30	79	*4,8*
Nord	*4,5*	*5,9*	*7,4*	*31*	*25*	*64*	*2,3*
Sud Sahara	*4,2*	*6,1*	*8,2*	*45*	*34*	*95*	*2,5*
Amérique	34,4	45,7	52,2	33	14	52	*16,1*
Asie	132,8	178,6	232,7	34	30	75	*71,6*
Europe	18,6	27,3	21,4	47	-22	15	*6,6*
Océanie	1,6	2,4	3,3	50	38	106	*1,0*

Source : http://www.fao.org/nr/water/aquastat/irrigationdrainage/index.stm

3. Les effets multiples et controversés des grands systèmes irrigués

La contribution des systèmes irrigués à la réduction de la pauvreté, de l'insécurité alimentaire et de la vulnérabilité des populations, reste un sujet en débat. Pour cause, les effets générés par ces systèmes sont multiples et variés (Hussain et Hanjra, 2003 ; Hussain et Wijerathna, 2004 ; Hussain, 2007). Pour comprendre le débat, nous exposons d'un côté les effets positifs à travers lesquels les systèmes irrigués pourraient améliorer les conditions de vie des populations ; et de l'autre côté, les effets négatifs qui pourraient entraver ou réduire l'ampleur des impacts positifs souhaités. Les études mobilisées pour construire cette revue des controverses sur la grande irrigation, ont été réalisées sur divers terrains, notamment en Asie où la littérature empirique concernant les liens entre l'irrigation et la pauvreté est plus abondante (Gebregziabher *et al.*, 2009), en Afrique où les contextes sont plus proches de notre zone d'étude et aussi quelques études d'autres continents.

3.1. Effets positifs de l'irrigation

Les effets positifs de l'agriculture irriguée sont multiples et complexes (Lipton *et al.*, 2003 ; Namara *et al.*, 2010). Ils sont souvent classés entre effets primaires et effets d'entraînement (IPTRID, 1999), entre bénéfices directs et indirects (Hussain, 2007), ou entre effets à l'échelle microéconomique et macroéconomique (Hussain et Hanjra, 2004). Hussain et Hanjra (2003) lient irrigation et pauvreté à travers la hausse de la production, du revenu/consommation, de l'emploi, la réduction de la vulnérabilité/insécurité alimentaire et les effets de la croissance agricole à l'échelle nationale. Nous présentons dans cette section cinq principaux effets positifs par le biais desquels l'irrigation pourrait

réduire la pauvreté, l'insécurité alimentaire et la vulnérabilité. Ce sont la hausse de la productivité et de la production agricole, la hausse de la consommation alimentaire, les créations d'emplois, la diversification des activités, les effets multiplicateurs et l'usage multiple de l'eau.

3.1.1. Hausse de la productivité et de la production agricole

L'irrigation permet d'accroître la productivité et la production agricole à travers l'intensification de l'agriculture facilitée par l'apport d'intrants et la disponibilité de l'eau, la sécurisation des récoltes face à l'irrégularité des pluies et la hausse de l'intensité culturale (Hasnip *et al.*, 2001 ; Smith, 2004). Plusieurs études ont montré l'importance de la double campagne sur la hausse de la production agricole (Jin *et al.*, 2012) et sur le revenu (Shantha et Ali, 2013). L'irrigation favorise aussi l'exploitation de plus de terres agricoles dans des zones peu arrosées et l'utilisation de variétés très productives, comme ce fut le cas lors de la Révolution verte en Asie (Lipton *et al.*, 2003). Ces gains de productivité contribuent à augmenter les rémunérations liées à l'exploitation des terres et de la main d'œuvre familiale (Hussain et Hanjra, 2004) et donc à améliorer le revenu du ménage et réduire sa pauvreté. Cependant, les gains de productivité induiront une hausse de revenu si les rendements agricoles augmentent à un taux supérieur aux baisses de prix liées à la hausse de la production globale (Namara *et al.*, 2010). En effet, suivant le raisonnement de la loi de l'offre et de la demande, une hausse de l'offre d'un produit alimentaire, toute chose égale par ailleurs, pourrait exercer une pression à la baisse de son prix de vente afin de rééquilibrer les quantités du marché. Il implique ainsi, que les effets sur le revenu de la hausse de la production agricole, induite par l'irrigation, pourraient être inhibés par une chute des prix à la production, notamment si l'élasticité du prix de l'offre est élevée. En principe, dans les économies ouvertes, les effets sur la baisse des prix pourraient être faibles grâce notamment aux possibilités d'échanges avec l'extérieur à travers notamment le commerce international (importations et exportations).

L'impact de l'irrigation sur la productivité et la production agricole est bien documenté mais des controverses existent. L'agriculture irriguée contribue pour environ 40% de la production alimentaire mondiale pour seulement 20% des surfaces agricoles cultivées (Turral *et al.*, 2011 ; ICID, 2014). Une revue d'une centaine d'études réalisées principalement sur le continent asiatique dans des grands et des petits systèmes irrigués a montré que les rendements en riz varient entre 3 t/ha et 5,5 t/ha en cultures irriguées alors qu'en cultures pluviales, le rendement maximal était de 4 t/ha (Hussain et Hanjra, 2003, 2004). Des études empiriques récentes, notamment économétriques, réalisées en Afrique subsaharienne et en Asie (Pakistan), ont conclu aussi à un impact élevé de l'irrigation sur la productivité agricole (Khan et Shah, 2012 ; Fuglie et Rada, 2013). En revanche, Fan et al. (2002), en réalisant des estimations (à l'aide d'un modèle à équations simultanées) aux niveaux provincial et national en Chine, ont montré que l'effet de l'investissement en agriculture

irriguée (construction, drainage, maintenance, etc.) sur la croissance de la production agricole à ces échelles était modeste.

Par ailleurs, même si plusieurs études ont prouvé que les rendements sont plus importants en agriculture irriguée qu'en agriculture pluviale, des écarts importants de productivité agricole ont été constatés entre les systèmes irrigués et entre les producteurs à l'intérieur d'un même système, aussi bien en Asie (Hussain *et al.*, 2006), qu'en Afrique sahélienne (Wopereis *et al.,* 1999 ; Borgia *et al.,* 2012). Jin et al. (2012), ont trouvé par une analyse descriptive et économétrique sur l'Inde, un impact important de l'irrigation sur la production agricole, mais celle-ci est significativement plus élevée chez les producteurs qui ont un accès stable à l'eau d'irrigation. Également, Dillon (2010) a confirmé l'hétérogénéité de l'impact sur la productivité par une analyse au Mali, où il a montré que la production/ha était moins importante dans les grands périmètres irrigués que dans les systèmes à petites échelles. Ces écarts de productivité pourraient entraver les effets de l'irrigation sur la pauvreté : sur la base de l'analyse d'une vingtaine de systèmes irrigués (grands et moyens), Hussain et Wijerathna (2004) ont montré que la pauvreté était plus élevée dans les systèmes où la productivité est faible. En somme, l'irrigation permet d'accroître la productivité agricole, mais cela ne se traduit pas nécessairement par une réduction systématique de la pauvreté.

3.1.2. Amélioration de la consommation alimentaire

La hausse de la production globale induite par la mise en place du système d'irrigation impacte la consommation alimentaire des populations à travers plusieurs canaux : les rendements, l'offre et l'accessibilité des produits alimentaires. Les gains de rendement impliquent plus de nourriture disponible pour les producteurs et leurs familles que s'ils produisaient sur des terres pluviales. De même, la hausse de la production augmentera l'offre de produits alimentaires sur le marché et l'accessibilité de la nourriture aux plus pauvres à travers la baisse des prix et l'amélioration de leurs pouvoirs d'achat (Hanjra *et al.,* 2009 ; Namara *et al.,* 2010). Ces effets améliorent surtout deux dimensions de la sécurité alimentaire à savoir la disponibilité et l'accessibilité. La hausse du pouvoir d'achat se traduit implicitement par une hausse du revenu et une réduction de la pauvreté des acheteurs de ces produits agricoles à travers le mécanisme de la baisse de la ligne de pauvreté (le coût d'acquisition du panier de biens, nécessaire à la survie, diminue). Mais, il y a un paradoxe entre le chemin d'impact de l'irrigation sur la pauvreté par le mécanisme de la hausse de la production et par celui de la hausse de la consommation. Si les prix baissent trop, la pauvreté des producteurs nets de produits agricoles pourrait s'aggraver, mais dans le cas contraire, l'effet de l'irrigation ne sera pas très bénéfique pour les acheteurs nets de ces produits qui sont souvent les ménages des centres urbains et les plus pauvres en milieu rural (Lipton *et al.*, 2003). La baisse des

prix pourrait notamment être critique lorsqu'il n'y a pas de débouchés pour la production supplémentaire (Andersen *et al.*, 2015), ou dans les économies peu ouvertes (Lipton *et al.*, 2003).

Empiriquement, Khan et Shah (2012), ont montré que la mise en place de l'irrigation a permis de rendre la nourriture accessible et d'augmenter la consommation alimentaire des habitants de la région de D.I. Khan au Pakistan. Ces résultats sont confirmés par d'autres études réalisées sur des grands systèmes irrigués en Afrique subsaharienne notamment au Malawi (Nkhata, 2014) et au Mali (Dillon, 2010). En revanche, Dinye (2013) pour son étude sur la région de Tono au Ghana a montré un impact limité de la grande irrigation sur l'accès à la nourriture, notamment pour les pauvres, dû à des inflations importantes dans les périodes post-récoltes. Enfin, selon la perception des ménages irrigants interrogés à l'Office du Niger au Mali par Bélières et al. (2011), l'accès à l'irrigation a permis d'améliorer leur consommation alimentaire au cours des 20 dernières années, mais ils n'arrivent pas à accumuler du capital. Ce qui implique qu'ils disposent de peu d'épargne pour faire face aux chocs et soulèvent des interrogations sur leur vulnérabilité. En résumé, l'irrigation permet d'accroître la disponibilité des produits agricoles à moindre coût pour les populations d'irrigants entraînant ainsi la hausse de leur consommation, mais elle ne bénéficie pas nécessairement aux populations plus urbaines ou non irrigants.

3.1.3. Créations d'emplois et hausse des salaires

L'agriculture irriguée est pourvoyeuse d'emplois agricoles et non agricoles pour les populations. La mise en place des infrastructures d'irrigation et leurs maintenances, génèrent des emplois directs pour les populations (Lipton *et al.*, 2003 ; Hussain, 2007). De même, l'intensification du travail induit par la multiplication des saisons agricoles entraîne une hausse de la demande de travail agricole et des salaires, qui bénéficie aux plus pauvres (peu dotés en terres ou sans terres) par le biais d'une hausse du nombre de jours de travail dans l'exploitation agricole familiale et par la possibilité de vendre sa force de travail chez les mieux dotés en terres (Hasnip *et al.*, 2001). Ces chemins d'impact sur l'emploi sont qualifiés d'impacts microéconomiques par Hussain et Hanjra (2004), ou de bénéfices directs et indirects par Hussain (2007). Également, la transformation du système irrigué en pôle de croissance économique pourrait attirer d'autres investisseurs dans la zone (IPTRID, 1999) et créer des emplois additionnels dans les secteurs non agricoles. Enfin, la hausse des revenus stimule les secteurs non agricoles et l'économie locale à travers une hausse de la demande d'autres biens et services (Hanjra *et al.*, 2009). Ces créations d'emplois et la hausse des salaires contribuent à améliorer et stabiliser les revenus, ce qui pourrait réduire les risques de vulnérabilité à la pauvreté (Hussain et Hanjra, 2004), la migration et le risque d'appauvrissement des pauvres (Hasnip *et al.*, 2001 ; Smith, 2004). En réduisant l'exode des ruraux, l'investissement

dans l'irrigation pourrait étendre ses effets aux centres urbains en baissant les demandes d'emplois et les pressions à la baisse des salaires (Lipton *et al.*, 2003).

Des analyses effectuées sur plusieurs systèmes d'irrigation notamment grands, ont montré que les emplois et les salaires étaient plus importants dans les zones irriguées que dans les zones pluviales (Hussain et Hanjra, 2004). De même, pour Tourrand et Landais (1994), la mise en place des aménagements irrigués dans le delta du fleuve Sénégal a permis de générer plusieurs emplois au profit de la population. Ce fut le cas aussi de l'aménagement hydro-rizicole de Guiguidou en Côte d'Ivoire (Kotchi *et al.*, 2018), et de Tono au Ghana (Dinye, 2013). En somme, l'irrigation permet de générer des emplois additionnels directs et indirects pour les populations.

3.1.4. Diversification des activités agricoles et non agricoles

La diversification des activités est perçue comme une stratégie de minimisation des risques de vulnérabilité (Ellis, 2000b). La mise en place du système irrigué favorise la diversification des activités par le biais de la hausse des opportunités de travail dans l'agriculture comme dans les secteurs non agricoles (Hasnip *et al.*, 2001). De même, l'accès à des cultures irriguées et pluviales permet aux bénéficiaires de pouvoir diversifier leurs systèmes de production agricole. La diversification des activités agricoles est liée aussi au nombre d'emplois qui seront générés par la mise en place du projet irrigué. Plus il y aura de créations d'emplois dans la zone, plus les populations pourront y accéder et diversifier leurs moyens d'existence et leurs sources de revenu. De même, ces emplois seront profitables aux pauvres si les barrières à l'entrée sont faibles (Reardon *et al.*, 2000). C'est-à-dire que les conditions d'accès aux crédits sont facilitées afin de stimuler les créations d'activités d'auto-emplois ou les compétences exigées pour accéder aux opportunités d'emplois créées par l'irrigation sont à la portée des plus pauvres. Généralement, la faiblesse des capitaux humain, social et financier détenus par les populations pauvres entrave leurs capacités à s'engager dans des activités non agricoles plus rentables, leur permettant de diversifier leurs activités et sources de revenu (Smith, 2004).

Empiriquement, Khatun et Roy (2012) ont conclu sur une étude économétrique que l'irrigation a un impact significatif sur la diversification des activités de subsistance. Concernant les systèmes agricoles, Khan et Shah (2012), ont montré sur leur étude, que la mise en place de l'irrigation a permis de diversifier les systèmes de cultures. En revanche, une comparaison de plusieurs systèmes d'irrigation, a permis à Hussain et al.(2006) de montrer que la diversification était faible dans les grands périmètres irrigués. Par ailleurs, les systèmes de cultures peu diversifiés pourraient avoir des impacts négatifs sur le revenu : d'après l'étude de Nkhata (2014) sur un grand périmètre au Malawi, la monoculture riz rapporte moins de revenu agricole par rapport à la polyculture (riz, maïs). En

somme, la mise en place de l'irrigation favorise la diversification agricole et non agricole, mais celle-ci peut être faible dans les grands systèmes irrigués.

3.1.5. Effets multiplicateurs de l'irrigation et développement du multi usage de l'eau

La mise en place des systèmes irrigués pourrait entraîner des effets plus larges au niveau régional ou national. Ces impacts sont qualifiés d'effets multiplicateurs (IPTRID, 1999 ; Smith, 2004) ou d'effets méso et macroéconomiques (Hussain et Hanjra, 2004). Les emplois générés par la mise en place du système d'irrigation pourraient bénéficier aux travailleurs des zones pluviales proches (Hussain et Hanjra, 2004). L'accès à ces emplois entraînerait une hausse du revenu pour la communauté rurale au sens large, notamment les non bénéficiaires directs du projet d'irrigation. L'impact de l'irrigation peut également se multiplier à travers la hausse de la production et de la consommation. L'intensification agricole et la hausse de la production agricole entraînent une hausse de la demande d'intrants et une hausse de l'offre des produits agricoles, stimulant ainsi l'industrie de transformation et de fabrication (Smith, 2004 ; Hussain, 2007). L'augmentation de l'activité industrielle permet la création d'emplois supplémentaires qui a un effet global sur le revenu. Enfin, la hausse de la production induite par l'irrigation pourrait avoir des effets plus larges sur l'économie à travers une baisse généralisée des prix à la consommation des produits agricoles. Par exemple, la hausse de la production agricole générée par la Révolution verte en Asie a contribué à une baisse des prix et une amélioration de la sécurité alimentaire des populations (IFPRI, 2002).

Pour terminer, un autre impact positif de la mise en place de l'irrigation est l'exploitation de l'eau du barrage à des fins multiples. Ces usages variés, sont entre autres la consommation domestique (eau potable, lavage, etc.), l'alimentation des jardins, des arbres et de l'industrie locale, la production d'électricité, etc. (Hasnip *et al.*, 2001). L'analyse de ces impacts ainsi que des effets multiplicateurs, sont cependant, au-delà des objectifs principaux de cette thèse. Une évaluation plus large (au-delà du ménage), de la contribution de l'irrigation nécessite une matrice de comptabilité sociale et un modèle d'équilibre générale calculable (Gebregziabher *et al.*, 2009).

3.2. Effets négatifs des systèmes irrigués

Comme souligné plus haut, la mise en place des systèmes irrigués ne génère pas que des effets positifs. D'autres impacts négatifs, voire contre productifs, pourraient diminuer l'ampleur des résultats attendus sur la réduction de la pauvreté, de l'insécurité alimentaire et de la vulnérabilité. Certains de ces effets que nous présentons dans cette étude sont le risque de morcellement des terres familiales, les possibilités de perte des ressources de subsistance pour les populations déplacées suite à la construction des infrastructures hydrauliques (barrages et aménagements), les dégradations écologiques et environnementales, les risques d'inondations et de maladies hydriques.

3.2.1. Risque de morcellement des terres familiales

L'accès au foncier est important pour les ménages ruraux dont les moyens d'existence sont basés principalement sur l'agriculture. Une faible dotation en terres impacte le niveau de pauvreté des ménages (Ellis et Mdoe, 2003 ; Jayne *et al.*, 2003 ; Bigsten *et al.*, 2003), et peut les piéger longuement dans cette situation de précarité (Coomes *et al.*, 2011). Les causes de la réduction des surfaces cultivables sont nombreuses. Elles peuvent être liées à la croissance démographique et son corollaire d'éclatement des familles (Coulibaly *et al.*, 2006), mais aussi à l'attractivité des zones à haute valeur agricole (Boto *et al.*, 2012). Le potentiel économique de l'agriculture irriguée pourrait être à l'origine de la transformation d'un territoire en pôle attrayant. L'irrigation accroît la productivité des terres agricoles et génère des retombées importantes, créant ainsi des compétitions accrues dans l'accès au foncier (Jamin *et al.*, 2011 ; IFAD, 2015), entre autochtones, migrants économiques et grands investisseurs agricoles. Ces derniers sont, soit des firmes agrobusiness, nationales ou internationales, soit des États étrangers. L'accaparement des terres familiales par des investisseurs étrangers (*land grabbing*) a pris de l'ampleur suite à la crise économique et alimentaire survenue à la fin des années 2000 (Daniel et Mittal, 2009 ; Scoones *et al.*, 2014). Ces acquisitions, qui sont faites principalement dans les pays en développement, sont motivées par des enjeux alimentaires des États acquéreurs ou par des objectifs de rentabilité économique des promoteurs privés (von Braun et Meinzen-Dick, 2009).

Les zones irriguées sont sujettes à des tensions foncières entre les parties prenantes. Plusieurs études ont montré d'une part, l'existence du risque de rareté des ressources foncières dans les systèmes d'irrigation à grande échelle, aussi bien en Asie (Hussain *et al.*, 2006), qu'en Afrique de l'ouest sahélienne, notamment à l'Office du Niger (Coulibaly *et al.*, 2006 ; Bélières *et al.*, 2011 ; Roudart et Dave, 2013), et d'autre part, le risque d'accaparement des terres irriguées familiales par des agro-investisseurs étrangers (Brondeau, 2011 ; Adamczewski *et al.*, 2015). Ce morcèlement des superficies cultivables pose des problèmes de viabilité économique pour les petits agriculteurs familiaux (Coulibaly *et al.*, 2006 ; Roudart et Dave, 2013). Ces études soulèvent des interrogations, notamment sur la situation foncière et le niveau de pauvreté des familles dans d'autres zones au contexte similaire, comme celui du périmètre irrigué de Bagré au Burkina Faso, où une promotion de l'agriculture privée commerciale a été lancée en 2012 afin d'attirer des investisseurs privés.

3.2.2. Déplacements de personnes et pertes de moyens d'existence

La mise en place des grandes infrastructures d'irrigation est souvent précédée d'un déplacement de population et de leurs moyens d'existence, dont l'ampleur des impacts dépend de la taille du projet et de la densité dans la zone d'emprise (Hussain, 2007). Ces déplacements non volontaires peuvent

résulter à la fois de la construction des barrages et aussi des aménagements irrigués qui les accompagnent. Une enquête réalisée sur 123 barrages par la Commission Mondiale des Barrages (CMB) a révélé un déplacement physique de population dans 56% des cas (WCD, 2000). Les personnes déplacées dans le monde et ayant perdu pour la majorité, tout ou une partie de leurs moyens de subsistance suite à la construction des barrages, sont estimées entre 40 et 80 millions (WCD, 2000 ; Goodland, 2010). En Afrique, la construction des barrages a occasionné la réinstallation de plus de 400000 personnes, d'après les estimations faites par De Wet (2000). Par exemple, les personnes déplacées suite à la construction des barrages s'élevaient à plus de 55000 pour le barrage d'Ilisu en Turquie, 78000 dans le cas du barrage d'Akosombo au Ghana, 207000 dans le cas de Sardar Sarovar sur la Narmada en Inde et 1,2 million de personnes pour celui des Trois-Gorges en Chine (Raschid-Sally *et al.*, 2008). Ces déplacements et leurs impacts négatifs sur les populations et leurs ressources productives, ainsi que sur l'environnement ont été à l'origine de nombreuses protestations au milieu des années 1980, contre la réalisation de ces ouvrages hydrauliques (Ballande, 2001 ; Goodland, 2010). Selon Hussain (2007), le débat opposait deux types d'arguments : les « contre » qui pensent que ces projets conduisent à l'appauvrissement des personnes directement touchées et les « pour » qui estiment que face à l'extrême précarité généralisée des populations, les avantages multiples liés à ces projets doivent primés, tout en veillant à compenser convenablement les pertes occasionnées sur les populations déplacées.

La CMB dans sa publication de l'an 2000 (WCD, 2000), a émis de vives critiques sur les projets passés, concernant notamment la non prise en compte ou l'inadéquation des compensations des pertes subies par les populations déplacées. Parmi ses recommandations, elle exhortait les concepteurs et financeurs de ces ouvrages à adopter des démarches participatives impliquant tous les acteurs concernés (amont, aval), pour une meilleure reconnaissance de leurs droits sur les ressources, et un partage équitable des bénéfices tirés de ces projets. Cependant, l'appauvrissement des populations affectées par ces projets continue de faire débat car les recommandations de la CMB n'ont pas été (ou peu) suivies par les institutions financières et les États concernés (McDonald-Wilmsen et Webber, 2010).

3.2.3. Risques environnementaux, maladies et inondations

D'autres effets négatifs liés à la réalisation des barrages et des aménagements hydroagricoles sont les risques de dégradations environnementales et écologiques et leurs impacts en retour sur la situation économique et alimentaire des ménages (irrigants directs, voire plus lointains). Selon les investigations de la CMB, la construction des grands barrages a entrainé un bouleversement des écosystèmes (pertes de forêts, d'espèces sauvages et d'habitats naturels), une perte de la biodiversité aquatique, etc., dont une perte globale négative et irréversible de l'écosystème dans 67% des 125

barrages analysés (WCD, 2000). L'intensification agricole prônée dans les périmètres irrigués pourrait également conduire à une pollution des eaux, l'érosion des sols, l'augmentation de la salinité des sols et l'engorgement (Hussain, 2007), dont les conséquences peuvent être négatives sur les rendements des cultures (Kahlown et Azam, 2002 ; El-Nashar, 2013). Cette pollution ne se limite pas au périmètre irrigué, mais en raison du système hydrologique peut aussi affecter les autres usagers des ressources en eau de surface ou souterraines situés parfois à plusieurs kilomètres plus en aval du périmètre incriminé. Une étude réalisée sur l'impact environnemental de deux grands systèmes irrigués en Éthiopie par Ruffeis et al. (2008) a révélé un risque faible de salinisation, mais des effets négatifs potentiels à long terme sur l'infiltration en raison de l'endommagement du sol et de la formation de croûtes. Des analyses sommaires menées par Damour (2016) sur le système irrigué de Bagré ont montré une tendance à l'appauvrissement des sols (perte de biodiversité pedo-faunique et acidification progressive) et une pollution diffuse à l'échelle de la zone en raison des traitements physico-chimiques trop intenses des systèmes de cultures. La dégradation de la qualité des eaux de surface liée au développement de l'agriculture irriguée et de l'agro-industrie (pollution chimique et biologique causée par le rejet des eaux usées et des pesticides dans le fleuve) a été également mise en évidence dans le bassin du Sénégal (UNESCO, 2003). En somme, les grands systèmes irrigués et les barrages qui les accompagnent ont des impacts négatifs sur l'environnement et l'écologie.

Les systèmes irrigués sont aussi souvent associés à une hausse des risques de transmission de maladies hydriques. Plusieurs études ont démontré que le risque de paludisme était plus élevé dans les villages irrigués que dans ceux non irrigués (Kibret *et al.*, 2010 ; Jaleta *et al.*, 2013), ou dans les villages plus proches du réservoir que dans ceux éloignés (Ghebreyesus *et al.*, 1999 ; Guthmann *et al.*, 2002). Pour Keiser et al.(2005), le risque de transmission est déterminé par plusieurs facteurs (socioéconomique, épidémiologique, comportemental). Enfin, les grands ouvrages hydrauliques entraînent aussi des risques d'inondations notamment pour les populations situées en aval. Selon la CMB, ces risques peuvent apparaître dans les cas de rupture de l'ouvrage, de problèmes de fonctionnement du réservoir et de sédimentation en aval (WCD, 2000).

3.3. Conclusions empiriques et motivations de la recherche

L'analyse de la littérature ci-dessus a montré que la mise en place des grands systèmes irrigués pourrait générer des effets multiples controversés qui peuvent être à la fois positifs et négatifs. Cela justifie aussi les conclusions empiriques contradictoires sur l'état de la pauvreté, de l'insécurité alimentaire et de la vulnérabilité dans ces systèmes irrigués (Tableau 5). Les études présentées dans ce tableau couvrent plusieurs zones (notamment l'Asie, l'Afrique et l'Europe). Les méthodes appliquées étaient des analyses économétriques, descriptives, le calcul d'indicateurs et l'analyse de

la perception des ménages. Les approches d'évaluation sont principalement réalisées avec/sans aménagement et avant/après aménagement. Cette section servira à présenter ces conclusions controversées et l'intérêt de recherches nouvelles.

3.3.1. Sur la réduction de la pauvreté

Les conclusions peuvent être regroupées en trois types permettant ainsi de mettre en évidence les controverses empiriques de la contribution des systèmes irrigués à la réduction de la pauvreté.

Les grands systèmes irrigués ont un impact positif et significatif sur la pauvreté des ménages (Hussain et Hanjra, 2003 ; Shantha et Ali, 2013 ; Gbenga *et al.*, 2015). Par exemple pour Gbenga et al. (2015), les facteurs qui influencent la pauvreté des irrigants sont la taille du ménage et les coûts de production (40% supérieurs en irrigué qu'en pluvial).

La contribution des grands systèmes irrigués à la réduction de la pauvreté est significative, mais les effets sont variables (Hussain et Hanjra, 2004 ; Hussain *et al.*, 2006 ; Dillon, 2010 ; Nkhata, 2014). En comparant quatre grands systèmes irrigués, Hussain et al. (2006) ont montré que l'impact de l'irrigation varie selon le système et selon la productivité agricole, l'accès à la terre, les membres du ménage et l'accès à l'eau. Ils concluent qu'il y a peu de pauvres chez les ménages ayant un meilleur accès à l'eau et une meilleure productivité agricole. En revanche, Hussain et Wijerathna (2004) ont révélé sur la comparaison de 26 systèmes irrigués (grands et moyens) en Asie, que la pauvreté est plus élevée dans les systèmes où la surface agricole/ménage est importante, la productivité et la diversification agricoles sont faibles, et les opportunités non agricoles limitées. Pour Nkhata (2014), la pauvreté est plus importante chez ceux qui font de la monoculture riz que chez ceux qui ont un système diversifié. D'autres facteurs d'hétérogénéité influent également sur la pauvreté. Ainsi, pour Dillon (2010), il y a une différence d'impact selon la taille du système irrigué. Il a conclu que bien que l'effet des petits systèmes sur la production agricole soit plus élevé, l'impact global sur la pauvreté est plus important dans les grands systèmes irrigués en raison des effets d'entraînement sur la création d'emplois non agricoles.

Les grands systèmes irrigués contribuent modestement ou marginalement à la réduction de la pauvreté (Fan *et al.*, 2002 ; Hussain et Hanjra, 2003 ; Bélières *et al.*, 2011 ; Dinye, 2013). Sur une étude réalisée à l'échelle régionale et nationale en Chine, Fan et al. (2002) ont montré que l'investissement dans l'irrigation a eu une contribution marginale sur la réduction de la pauvreté du pays. Des estimations effectuées sur des données de 1997, ont permis à ces auteurs de conclure que chaque 10000 yuan additionnel investi dans l'irrigation permettait de réduire le nombre de pauvres au niveau national de seulement 1,33 personne. En analysant deux grands systèmes irrigués au Pakistan et au Sri Lanka, Hussain et Hanjra (2003) ont conclu que la contribution de l'irrigation à

la réduction de la pauvreté était marginale au Pakistan. L'incidence de pauvreté était plus élevée en zone irriguée (95,7%) qu'en zone pluviale (87,6%) (Tableau 5), même si en matière de pauvreté chronique, il y en avait moins chez les irrigants (24,7%) que chez les pluviaux (31,1%). Ce résultat mitigé sur la pauvreté s'explique selon les auteurs, par une iniquité élevée dans la distribution des ressources (terre, eau d'irrigation), une hausse des ménages sans terres et une amélioration des infrastructures d'irrigation à destination des mieux dotés au détriment des plus pauvres. Plus proche du contexte de Bagré au Burkina Faso, Bélières et al. (2011), dans leur étude entre irrigation et pauvreté à l'Office du Niger au Mali, ont estimé que l'impact de l'aménagement hydroagricole sur la pauvreté était marginal. Le nombre de pauvres chez les irrigants représentait 63% des ménages, soit un résultat quasi similaire à celui de l'incidence de la pauvreté en milieu rural (Ségou) dans la zone d'irrigation (65%). En revanche, par rapport à la pauvreté rurale nationale (81%), ils montrent que la situation est meilleure chez les irrigants et que l'irrigation contribue à la réduction de la pauvreté. Selon ces auteurs, les facteurs qui expliquent la pauvreté sont l'accès limité au foncier, aux équipements et aux intrants agricoles, l'apparition de risques comme les maladies et les ravageurs, les inondations, et les problèmes de gestion de l'eau qui réduisent la productivité et augmentent la vulnérabilité des ménages. D'autres études ont aussi montré des impacts modestes de l'irrigation sur la pauvreté. Par exemple, Dinye (2013) pour son étude au Ghana, a conclu que la hausse de l'emploi et de la production agricole engendrée par l'irrigation n'a eu qu'un effet limité sur le revenu et la pauvreté dû notamment à des difficultés à écouler la production à un prix compétitif. Enfin, pour leur analyse dans la vallée du Sénégal, Le Roy et al. (2005), ont révélé une aggravation de la pauvreté de plusieurs agriculteurs en raison de la baisse de la rentabilité de la filière riz, des difficultés d'accès au crédit (dues à un niveau d'endettement élevé) les empêchant ainsi de produire, et d'une inégalité dans l'accès au foncier.

3.3.2. Sur la réduction de l'insécurité alimentaire et de la vulnérabilité

Comme pour la pauvreté, il existe de nombreuses études sur la contribution des grands systèmes irrigués à la réduction de l'insécurité alimentaire, dont certaines ont été résumées ici (Tableau 5). Plusieurs d'entre elles (Shantha et Ali, 2013 ; Nkhata, 2014), comme d'autres qui ne figurent pas dans ce tableau (Khan et Shah, 2012), ont conclu à un impact positif et significatif de l'accès à l'irrigation sur l'insécurité alimentaire. De même, une revue d'une vingtaine d'études empiriques réalisée par Domènech (2015), confirme pour la plupart cette tendance. Cependant, selon Dinye (2013), la mise en place du projet irrigué au Ghana a eu un impact limité sur la sécurité alimentaire dû à la hausse des prix post-récoltes. Par ailleurs, des impacts hétérogènes ont été trouvés par Dillon (2010) qui a conclu que l'irrigation à grande échelle à un impact plus important sur la sécurité

alimentaire que les systèmes d'irrigation à petite échelle en raison des effets externes positifs (hausse de l'emploi, intégration des marchés) liés à la taille du périmètre.

L'impact des grands systèmes irrigués sur la vulnérabilité a été abordé sur plusieurs angles et les résultats restent controversés comme le cas de la pauvreté et de l'insécurité alimentaire. Les études analysant la vulnérabilité à la sécheresse ont conclu à l'évidence à un effet positif, même si celui-ci est différencié : des comparaisons entre plusieurs localités ont montré que l'impact des grands barrages d'irrigation sur la réduction de la vulnérabilité à la sécheresse et sur l'amélioration du revenu était plus important pour les populations situées en aval, que celles vivant dans les villages où est localisé le barrage (Duflo et Pande, 2007 ; Takeshima *et al.*, 2016). Les résultats de Shantha et Ali (2013), vont dans le même sens mais cela concerne les ménages directement bénéficiaires, dont la vulnérabilité s'est réduite suite à la mise en place du système irrigué. En revanche, en analysant l'impact d'un grand système irrigué sur la vulnérabilité et la capacité d'adaptation des agriculteurs, Albizua et al. (2019) ont abouti aux conclusions suivantes. Tout d'abord, les agriculteurs ayant accès à l'irrigation, notamment les plus grands producteurs restent autant vulnérables à la volatilité des prix que les petits producteurs non irrigants. Mais, ces derniers sont affectés négativement par le projet qui augmente leur vulnérabilité aux chocs climatiques. Albizua et al. (2019) ont également montré que la mise en place de l'irrigation produit des effets contraires, car elle augmente la capacité de réponse des bénéficiaires tout en les exposant plus aux chocs, présents et ultérieurs, du marché et du climat en raison de la hausse de la production et de la consommation d'eau.

Tableau 5 : Conclusions empiriques de quelques études antérieures de l'impact de l'irrigation sur la pauvreté, l'insécurité alimentaire et la vulnérabilité

Auteurs	**Zone d'étude**	**Système d'irrigation**	**Objectif de l'étude**	**Données**	**Echantillon**	**Modèle et méthode**	**Approche**	**Incidence de pauvreté**	**Conclusions (impact)**
(Fan *et al.*, 2002)	Chine	Tous	Pauvreté et autres	1970/97	Provinces	Économétrie	-	-	Modeste
(Hussain et Hanjra, 2003)	Sri Lanka	Grand système	Pauvreté	2000/01	693 irrigants 165 pluviaux	Indicateurs	avec/sans	80% en I 85% en NI	Significatif
	Pakistan	Grand système	Pauvreté	2000/01	177 irrigants 177 pluviaux	Indicateurs	avec/sans	95,7% en I 87,6% en NI	Marginal
(Hussain et Hanjra, 2004)	Asie	Tous	Pauvreté et autres	-	120 études	Revue	-	18 - 53% en I 21 - 66% en NI	Significatif mais variable
(Hussain *et al.*, 2006)	Indonésie	Grands systèmes	Pauvreté	2000/01	901 irrigants 100 pluviaux	Économétrie Indicateurs	avec/sans	33% en I 59% en NI	Significatif mais variable
(Dillon, 2010)	Mali	Grands et petits	Pauvreté et autres	2006	312 non irrigants 339 irrigants	Économétrie Indicateurs	avec/sans	-	Significatif et variable
(Bélières *et al.*, 2011)	Mali	Grande irrigation	Pauvreté	2004	1082 irrigants	Indicateurs Perceptions	avec/sans	63% en I 65% en NI*	Modeste
(Gbenga *et al.*, 2015)	Nigéria	Grand système	Pauvreté	2013	70 irrigants 70 non irrigants	Économétrie Indicateurs	avec/sans	41 % en I 57 % en NI	Important sur la pauvreté
(Shantha et Ali, 2013)	Sri Lanka	Grand système	Pauvreté et sécurité alimentaire	2011 et 2012	370 irrigants 327 pluviaux	Indicateurs	avec/sans	14,9% en I 29,5 en NI	Significatif
(Dinye, 2013)	Ghana	Grand système	Pauvreté et sécurité alimentaire	-	93 irrigants 86 hors projet	Statistique indicateurs	avec/sans	-	Modeste
(Nkhata, 2014)	Malawi	Grande irrigation	Pauvreté et sécurité alimentaire	2011/12	169 irrigants 243 non irrigants	Économétrie Indicateurs	avec/sans	-	Positif et variable
(Domènech, 2015)	Tous	Tous	Sécurité alimentaire	-	28 études	Revue	-	-	Positif
(Albizua *et al.*, 2019)	Espagne	Grand système	Vulnérabilité	2013/14	125 non irrigants	Indice de vulnérabilité	avec/sans	-	Effets contradictoires

*I= irrigué, NI=Non irrigué, *= taux de pauvreté en milieu rural (région de Ségou). Source : réalisation de l'auteur*

3.3.3. Motivations empiriques de nos recherches

L'analyse de la littérature, prouve que le débat reste ouvert et que des conclusions définitives ne peuvent pas être tirées sur une contribution importante, directe et évidente des systèmes irrigués à la réduction de la pauvreté, de l'insécurité alimentaire et de la vulnérabilité des ménages. L'hétérogénéité des effets ainsi que les contradictions émises par certains auteurs, démontrent la nécessité d'étudier chaque système d'irrigation et son contexte afin d'en évaluer ses effets. Cette thèse se place dans cette littérature sur les grands systèmes irrigués destinés à améliorer le niveau de vie des populations. Elle n'a pas la prétention d'analyser tous les effets mentionnés dans les paragraphes précédents, mais se focalise sur les questions de pauvreté, d'insécurité économique, d'insécurité alimentaire et de vulnérabilité des ménages irrigants et non irrigants du périmètre irrigué de Bagré au Burkina Faso. Elle vise à apporter les contributions suivantes :

(a) Contribuer à la littérature sur les questions « irrigation et pauvreté » au Burkina Faso

La contribution principale de cette thèse est d'apporter des réponses sur les questions « irrigation et réduction de pauvreté » pour enrichir la littérature sur le cas du Burkina Faso. Les investigations menées dans la littérature montrent que des publications scientifiques, étudiant la pauvreté, l'insécurité alimentaire et la vulnérabilité dans les grands systèmes irrigués et faisant des comparaisons avec les situations des ménages pluviaux des zones autour, sont peu nombreuses au niveau du Burkina Faso. Des études sur le pays, abordant des problématiques proches de celle de cette thèse et identifiées, sont celles de van den Bold et al. (2015) et Olney et al. (2015), qui se sont intéressés à l'impact sur la sécurité alimentaire mais de l'irrigation de jardinage, celle très récente de Gross et Jaubert (2019) qui visait à analyser la diversité des petits producteurs irrigués (irrigation jardinage, goutte à goutte) et leurs trajectoires, ou encore celle de Sanfo et Gérard (2012), qui teste l'impact de l'irrigation sur le revenu et la pauvreté des ménages à l'aide d'un modèle de simulation mathématique. Sur la zone d'étude, beaucoup de rapports et études ont été publiés (voir par exemple sur les sites de GWI, IIED, et IUCN), mais peu abordent la problématique combinée de la pauvreté, de l'insécurité alimentaire et de la vulnérabilité. Celles traitant de ces questions (Bazin, 2017 ; Bazin *et al.*, 2017), dont les publications ont été faites après les premières investigations de terrain de cette thèse, sont limitées à une analyse de la pauvreté et de la sécurité alimentaire de 80 producteurs irrigants, avec une méthodologie implicite et n'utilisant aucun indicateur officiel de pauvreté et de sécurité alimentaire. En plus, ces études, n'abordent ni les questions de vulnérabilité, ni ne font de comparaison avec les ménages des zones pluviales qui seront pourtant affectés par le projet dans le futur.

(b) Contribuer à enrichir la littérature sur les questions de la vulnérabilité des ménages dans les grands systèmes d'irrigation

Théoriquement, la mise en place de l'irrigation est source de réduction de la vulnérabilité climatique, car elle permet une sécurisation de la production face à la variabilité pluviométrique (IPTRID, 1999 ; Hasnip *et al.*, 2001 ; Smith, 2004 ; Hussain, 2007). Cependant, dans la pratique, les producteurs peuvent faire face à des risques d'indisponibilité de l'eau d'irrigation en raison d'une iniquité dans le partage de cette ressource, entraînant des baisses de rendements et de revenus (Hussain *et al.*, 2006). Par ailleurs, les risques en agriculture sont nombreux, à savoir climatiques, économiques, agronomiques, etc. Le contrôle d'un risque est nécessaire mais pas suffisant pour réduire la vulnérabilité des ménages aux autres risques. Pour Bouarfa et al. (2015), la réduction de la vulnérabilité climatique par l'apport d'eau, peut générer une vulnérabilité plus importante liée à l'apparition d'autres aléas comme les risques de marché et d'accès aux intrants. L'intensification agricole prônée par l'irrigation, nécessite un apport élevé d'investissement, impliquant que la perte d'une seule récolte ou le manque de crédit pourrait compromettre la situation économique des plus pauvres (IPTRID, 1999). Plusieurs études ont mis en évidence l'apparition de tels risques dans les grands comme dans les petits systèmes irrigués. Par exemple celle de Bélières et al. (2011), a montré que les producteurs subissaient des baisses de productivité liées à des risques d'accès aux intrants et au crédit, à la présence de ravageurs et aux inondations. Cela soulève des interrogations sur la multiplicité des risques nouveaux auxquels peuvent faire face des ménages irrigants et justifient l'intérêt d'analyser leur vulnérabilité dans le système d'irrigation.

(c) Contribuer à enrichir l'analyse sur les questions de sécurité économique des ménages irrigants

Plusieurs études sur l'impact des grands systèmes d'irrigation ont soulevé des difficultés liées à l'accès au crédit et au financement des campagnes agricoles par les petits producteurs. Par exemple, Dinye (2013), pour son analyse à Tono au Ghana, a montré que 95,2% des producteurs avaient des difficultés à accéder au crédit en raison du manque de garantie. Selon l'auteur, ces producteurs ne peuvent pas dégager des excédents commerciaux car la productivité est en dessous du potentiel due au sous-dosage des intrants. De même, Le Roy et al (2005) ont montré pour leur étude dans la vallée du Sénégal, que beaucoup de producteurs ne pouvaient pas autofinancer les campagnes agricoles en raison de leur niveau de pauvreté et d'endettement. Enfin Bélières et al. (2011), pour leur étude à l'Office du Niger ont également mis en évidence les difficultés auxquelles font face les ménages pour couvrir les charges de production, en absence de crédit. Ces résultats empiriques semblent indiquer que ces ménages irrigants font face à une insécurité économique. Cela met en évidence une autre problématique des systèmes d'irrigation, qui est la sécurisation de la capacité de production des petits producteurs. Une insécurité économique d'un ménage pourrait compromettre

sa sécurité alimentaire future et aggraver sa pauvreté, en réduisant sa capacité d'accès aux facteurs de production et donc sa future productivité agricole. L'apport de cette thèse sera la matérialisation de ces questions de difficultés de financement des campagnes agricoles par le calcul d'indicateurs de sécurité économique.

Enfin, beaucoup des études qui analysent la contribution des infrastructures d'irrigation à la réduction de la pauvreté, considèrent des résultats agrégés en comparant deux groupes de ménages irrigants et non irrigants (avec/sans) ou un groupe d'irrigants d'une période à une autre (avant/après). Cette thèse permettra de désagréger les situations des ménages selon plusieurs types contrastés. Ce qui permettra de comparer la situation économique et alimentaire des irrigants à la fois avec les ménages de la zone pluviale, mais aussi à l'intérieur du système irrigué.

4. Conclusion

L'objectif de ce chapitre était de présenter la problématique de la mise en place des périmètres irrigués et leur contribution sur la réduction de la pauvreté, de l'insécurité alimentaire et de la vulnérabilité des populations bénéficiaires, afin de placer la thèse dans sa littérature et de justifier les motivations empiriques des recherches menées ici. Pour ce faire, une revue de littérature de plusieurs références bibliographiques scientifiques, a permis de décrire brièvement l'histoire de l'irrigation, de définir les concepts clés associés et de présenter les effets multiples et controversés des systèmes irrigués. Il résulte de cette analyse, que les chemins d'impacts de l'irrigation sur la pauvreté, l'insécurité alimentaire et la vulnérabilité, sont multiples et complexes. De même, les résultats des études antérieures prouvent que le débat reste ouvert et que des conclusions définitives ne peuvent pas être tirées sur une contribution importante et non équivoque des systèmes irrigués à l'amélioration du niveau de vie des populations. L'hétérogénéité des effets ainsi que les contradictions émises par certains auteurs, démontrent la nécessité d'étudier chaque système d'irrigation et son contexte pour en tirer une conclusion. Cette thèse apportera des contributions supplémentaires sur l'étude de la vulnérabilité et de l'insécurité économique, et notamment de la littérature sur « irrigation et pauvreté », dans le cas du Burkina Faso. Ces questions sont importantes pour un pays comme le Burkina Faso où l'irrigation a occupé une place prépondérante dans les politiques publiques agricoles depuis l'indépendance du pays et continue aujourd'hui avec les orientations adoptées pour promouvoir les pôles de croissance agricole, notamment dans la zone choisie pour cette étude. Ces politiques de développement, ainsi que la dynamique de l'irrigation seront analysées en détail dans le chapitre suivant.

Chapitre 2. Politiques publiques agricoles et orientations prises en faveur du développement de l'irrigation au Burkina Faso

1. Introduction

Le Burkina Faso est un pays ouest africain et sahélien, enclavé, où la majeure partie de la population est rurale. L'indice de développement humain (IDH) est passé de 0,320 en 1999 à 0,423 en 2017, classant le pays parmi les plus pauvres de la planète (INSD, 2018). L'économie repose en grande partie sur le secteur agricole, dont la part dans le PIB a évolué de 58% en 1959 (World Bank, 1964) à 25% en 2017 (INSD, 2018). Malgré cette baisse, l'agriculture reste le secteur d'activité le plus pourvoyeur d'emplois. La part de la population active travaillant dans ce secteur a peu évolué en soixante ans. Elle est passée d'environ 90% dans les années 1960 (World Bank, 1964, 1970a) à 80% en 2010 (INSD, 2018). Le climat est de type tropical avec une pluviométrie très variable et des chocs exogènes récurrents rendant la production agricole instable et la population vulnérable. Entre 1991 et 2009, le pays a connu une quinzaine d'aléas climatiques (sécheresses, inondations, invasions de criquets, etc.) conduisant à des déficits céréaliers importants (PAM, 2014).

Plusieurs politiques publiques, notamment agricoles, ont rythmé l'histoire de développement du pays depuis l'indépendance en 1960. La promotion de l'agriculture irriguée à travers la construction de barrages et des aménagements hydroagricoles, a toujours occupé une place importante dans les orientations politiques. Elle est perçue comme une alternative pour réduire la dépendance de l'agriculture à la variabilité pluviométrique. D'une manière générale, ces politiques de développement visaient un objectif social commun qui est l'amélioration des moyens d'existence de la population, la réduction de la pauvreté, de l'insécurité alimentaire et de la vulnérabilité aux changements climatiques. Ce chapitre vise dans une deuxième partie à présenter les caractéristiques générales de l'économie et la place du secteur agricole, ensuite dans une troisième partie, à exposer la dynamique historique, les faits marquants des politiques publiques, les options prises pour le développement de l'irrigation et les résultats, et dans une quatrième partie à analyser les avancées obtenues par les politiques d'irrigation. Une cinquième partie conclut le chapitre.

2. Caractéristiques générales de l'économie et place du secteur agricole

L'économie du Burkina Faso fait partie des plus pauvres du monde. En 2017, le PIB par habitant s'élevait à 1703 $ US (en PPA 2011), alors que l'IDH était parmi les plus faibles de la planète, le classant au 183ème rang sur 189 pays (PNUD, 2018). Le pays vit un boom démographique depuis

son indépendance, avec un taux d'accroissement naturel estimé à 3,4% en 2006 (INSD, 2018). La population, estimée à 14 millions d'habitants en 2006, vit majoritairement (77,3%) en milieu rural (INSD, 2008). Ces dix dernières années, le secteur agricole (agriculture et élevage) a contribué pour environ 30% au PIB du pays (INSD, 2012, 2018). Le secteur minier, principalement l'extraction de l'or, est en plein essor et représentait en 2017 environ 10,2% du PIB (INSD, 2019). Les produits d'exportation sont essentiellement des matières premières. L'or non monétaire est le premier fournisseur de devises avec environ 62% des exportations totales du pays en 2016, suivi du coton qui représentait la même année 16% (INSD-CE, 2018). La population en milieu rural est très dépendante d'une agriculture plutôt pluviale (moins de 15% des surfaces cultivées sont irriguées, (Herrera et Ilboudo, 2012)), et vulnérable aux chocs climatiques.

2.1. Importance du secteur agricole

L'agriculture est le premier secteur pourvoyeur d'emplois et de revenus pour les ménages surtout en milieu rural. Elle emploie en moyenne plus de 80% de la population active, les 20% restant étant répartis entre le commerce, l'administration publique, les activités de fabrication, etc. (INSD, 2018). Elle est la première source de revenu des ménages au niveau national et en milieu rural (Tableau 6). En 2003, deux tiers (62,6%) du revenu des ruraux provenait de l'agriculture alors qu'au niveau national, cette part représentait 44,7%. L'agriculture de subsistance est tournée principalement vers la satisfaction des besoins alimentaires de la famille. L'intégration au marché des produits agricoles par la vente est très faible. En moyenne, seulement 20% des récoltes sont commercialisées (PNDES, 2016). Les céréales occupent la première place en matière de surface, soit environ 65% de la superficie agricole totale en 2016, dont principalement le sorgho (28%), le mil (19%), le maïs (15%) et seulement 3% pour le riz (MAAH, 2017b), montrant bien l'importance des cultures pluviales.

Tableau 6: Sources de revenu des ménages en 2003* au Burkina Faso

Sources de revenu des ménages en 2003 au Burkina Faso (valeurs en %)			
	Urbain	Rural	Burkina Faso
Revenu agricole	7	62,6	44,7
Agriculture	*4,6*	*33,6*	*24,3*
Elevage	*2,4*	*29*	*20,4*
Salaires	36,4	3,9	14,4
Revenus non agricoles	41	23,2	29
Transferts et similaires	15,6	10,3	11,9
Autres revenus	1	0,4	0,5
Total	**100**	**100**	**100**
Typologie des exploitations en 2008 selon la taille de la surface agricole			
		Effectifs	Part en %
< 5 ha		899721	72
5 ha à 10 ha		260414	21
10 ha à 20 ha		74760	6
Plus de 20 ha		14249	1
Total		**1249144**	**100**

*=NB : par manque de données récentes, nous reportons ici celles de 2003. (*Sources : (INSD, 2003 ; MAFAP, 2013))*

Les pratiques agricoles sont extensives. L'agriculture est faiblement mécanisée et peu d'intrants agricoles sont appliqués (PAM, 2014). Les systèmes de production sont dominés par des exploitations familiales de petites tailles. En 2003, 32% des ménages ruraux contrôlaient une surface agricole inférieure à 2 ha et 71% une surface de moins de 4 ha (INSD, 2003). Les estimations du recensement général agricole de 2008, montrent que 72% des exploitations agricoles avaient une taille inférieure à 5 ha, les grandes exploitations de plus de 20 ha ne représentant que 1% (Tableau 6). Pendant la campagne agricole de 2012/2013, la surface agricole moyenne cultivée/ménage était de 4 ha, mais 40% d'entre eux exploitaient moins de 3 ha et 60% moins de 4 ha (PAM, 2014).

L'agriculture est essentiellement vivrière. Les produits primaires agricoles sont la principale source de nourriture des populations. Les céréales (mil, sorgho, maïs, riz, fonio), constituent la part la plus importante et contribuent pour 75,6% aux besoins énergétiques minimaux requis pour chaque adulte burkinabé (CILSS, 2004). La disponibilité céréalière annuelle par habitant est un indicateur de sécurité alimentaire pour le pays. Elle est évaluée à travers l'établissement du bilan alimentaire et céréalier annuel de la campagne agricole. La norme minimale de consommation céréalière par habitant varie entre 190 kg (MAAH, 2017b) et 203 kg/tête/an (CILSS, 2004). La consommation observée de céréales sèches varie entre 202 kg par personne et par an en zone urbaine et 110,5 kg en zone rurale (FEWS NET, 2017). L'augmentation de la production céréalière traditionnelle (mil, sorgho, maïs), et surtout celle rizicole est un enjeu de souveraineté alimentaire nationale et un objectif principal de la lutte contre l'insécurité alimentaire. La disponibilité céréalière nationale est déterminée par une agriculture principalement pluviale et extensive et des importations, rendant le pays très vulnérable aux chocs climatiques et à la flambée des prix internationaux des céréales (PAM, 2014). En 2012, la production provenant de l'agriculture irriguée représentait seulement 3,5% de la quantité totale de céréales produites (MASA, 2013b).

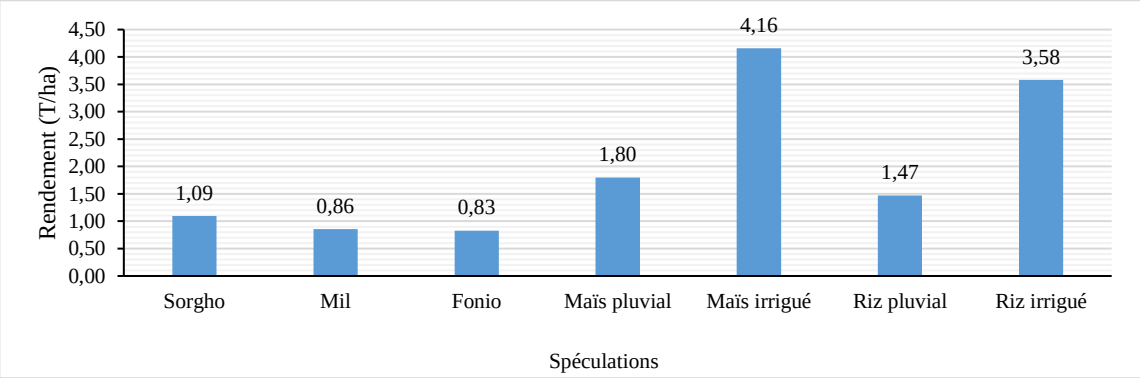


Figure 3: Rendements des céréales en cultures pluviales et irriguées pour la campagne 2015/2016 (*Source: EPA 2015*)

En plus, la productivité de l'agriculture pluviale est faible comparée à l'agriculture irriguée. Les rendements en pluvial varient entre 0,80 et 1,1 tonne/ha pour le sorgho, le mil et le fonio et entre

1,5 et 1,8 tonne/ha pour le maïs pluvial et le riz pluvial, soit 2 fois moins que ce que l'on obtient en irrigué (Figure 3). L'agriculture irriguée offre également la possibilité de produire 2 fois par an contrairement à l'agriculture pluviale qui est pratiquée uniquement une fois par an au Burkina Faso entre juin et octobre et soumise à des risques climatiques récurrents.

2.2. Risques climatiques sur le secteur agricole

La production pluviale est capitale pour la sécurité alimentaire de la population mais elle est confrontée à des risques importants, notamment climatiques. Localisé dans la zone sahélienne, le pays est régulièrement soumis à des évènements climatiques et naturels extrêmes. Ces 30 dernières années, le Burkina Faso a fait face à 17 chocs majeurs dont 7 sécheresses, 8 inondations et 2 attaques acridiennes (Tableau 7). Ces données montrent une tendance croissante de l'occurrence des chocs. Cela s'explique sans doute par les effets des changements climatiques qui augmentent les fréquences d'apparition des aléas ainsi que leurs intensités.

Entre 1900 et la fin des années 1970, le pays a connu 3 sécheresses, soit en moyenne une tous les 20 à 25 ans (Tableau 7). Ce qui implique une probabilité d'occurrence d'environ 0,05. Cette occurrence est passée à 0,2 ces quatre dernières décennies (2 sécheresses en moyenne tous les 10 ans entre 1980 et aujourd'hui). Ainsi, le risque d'apparition de la sécheresse a quasiment quadruplé en un siècle. L'intensité des chocs augmente aussi dans le temps avec de plus en plus de personnes sinistrées et de pertes de céréales. Le déficit céréalier causé par la sécheresse de 1921 était de 24000 tonnes contre plus de 400 milles tonnes en 2004, soit 18 fois supérieur (Tableau 7). Les pertes en bétail étaient estimées entre 10 et 20% lors des sécheresses des années 1980 et 1990 (GBF, 2009).

Comme pour les sécheresses, les inondations deviennent de plus en plus fréquentes dans le pays. Entre 1980 et fin 1990, 3 inondations ont frappé le pays, soit en moyenne une tous les 10 ans (probabilité d'occurrence égale 0,10) (Tableau 7). Depuis les années 2000, le risque de survenance des inondations est passé à 0,20, voire 0,30 (2 à 3 inondations chaque 10 ans). Ces données montrent qu'aujourd'hui, presque chaque 2 ans, on a une inondation majeure au Burkina Faso. De même, l'ampleur des dégâts augmente. Le nombre de personnes sinistrées est passé de 14900 en 1988 à plus de 1,3 million en 2013. Les dégâts d'une inondation sont très importants car elle touche directement les cultures, les habitations, les greniers, le bétail, etc. Les pertes les plus importantes relevées concernaient les inondations des années 1990 (2,5 millions $ US en 1992 et 1,14 million $ US en 1994) (Tableau 7).

Les sécheresses touchent en moyenne 30 à 80% du territoire national selon les années alors que les inondations concernent 30 à 100% du territoire, en moyenne. En dehors de ces deux aléas climatiques, d'autres chocs majeurs ont affecté la production agricole ces dernières décennies.

Depuis 1990, on note notamment deux attaques acridiennes qui ont infesté plus de 100000 d'ha en 1995/1996 et en 2004.

Tableau 7: Historique des chocs climatiques et naturels recensés au Burkina Faso depuis 1900

Années	Types d'aléas	% du territoire touché	Personnes touchées	Déficits céréaliers, pertes champs et dégâts totaux estimés en $ US
1908	Sécheresse	nc	50000*	nc
1921	Sécheresse	nc	nc	24000 t
1970 à 1973	Grande sécheresse	nc	nc	nc
1980 – 1989				
1983	Sécheresse	nc	2500000	163000 t
1988	Inondation	54	14900	150000 $ **
1990 – 1999				
1990	Sécheresse	80	2500000	127250 t
1992	Inondation	30	21400	3000 ha et 2,5 millions $
1994	Inondation	70	68000	106560 ha et 1,14 million $
1995	Sécheresse	35	692000	nc
1995/1996	Invasion acridienne	nc	nc	157000 ha
1997	Sécheresse	38	910000	160000 t
2000 – 2009				
2001	Sécheresse	56	1000000	nc
2004	Sécheresse	34	nc	436013 t
2004	Invasion acridienne	18	nc	109100 ha
2006	Inondation	54	14464	nc
2007	Inondation	100	146202	2072 greniers, 20018 animaux
2009	Inondation	85	180386	24004 ha
2010 – 2019				
2010/2011	Inondation	77	140039	nc
2011/2012	Sécheresse	50	3500000	nc
2013	Inondation	77	1313057	101 greniers

La troisième colonne représente le pourcentage des localités administratives (régions ou provinces) touchées par rapport au total. *= nombre de morts. ** = besoins d'intervention estimés. nc = (non connu)
Sources : données compilées à partir de (GBF, 2009 ; PAM, 2014 ; MERH, 2015).

Ces chocs, notamment la sécheresse prolongée et la crise alimentaire des années 1970, qui pèsent sur le système agricole et la sécurité alimentaire du pays ont motivé l'adoption des politiques publiques en faveur de la promotion de l'irrigation.

3. Dynamique des politiques agricoles et développement de l'irrigation

3.1. 1950-1960 : Genèse de l'irrigation moderne et les premiers plans de développement agricole

Le développement des systèmes d'irrigation moderne au Burkina Faso[9] a débuté dans les années 1950, à la veille de son indépendance (MARA, 1995). Durant la période coloniale, le pays présentait des indicateurs économiques médiocres. Entre 1954 et 1959, le taux de croissance global du PIB/tête n'était que de 10% et celui du PIB total de 20%, passant en 1959 à 42,6 milliards de FCFA (World Bank, 1964). La pratique de l'agriculture irriguée n'était alors qu'embryonnaire. Selon la

[9] Le pays, appelé Haute-Volta avant, est devenu le 4 août 1984 Burkina Faso « pays des hommes intègres ».

FAO, le pays comptait avant 1960 18 barrages de plus de 1 million de m3 d'eau (Figure 4). Ces ouvrages hydrauliques construits pour la plupart pour satisfaire de multiples usages, principalement l'alimentation en eau potable, l'élevage et souvent l'irrigation (FAO, 2016), étaient finalement peu exploités à des fins agricoles (Nébié, 1993). Tous ces projets d'investissement étaient assurés en majorité par la France, ex puissance coloniale à travers le FIDES[10] (World Bank, 1964). Mais à partir de 1960, l'ancienne colonie devenait indépendante et se devait donc de propulser l'élan de son propre progrès économique et social sans la France, même si celle-ci est restée à ses côtés pour l'accompagner dans la mise en place des projets. Les premiers gouvernants du pays héritent d'une économie très pauvre. Le PIB/habitant en 1959 était d'environ 10000 FCFA (40 $ US), soit le plus faible en Afrique francophone et la balance commerciale déficitaire de 950 millions de FCFA (World Bank, 1964). Tous les secteurs de l'économie étaient prioritaires et nécessitaient une politique de relance.

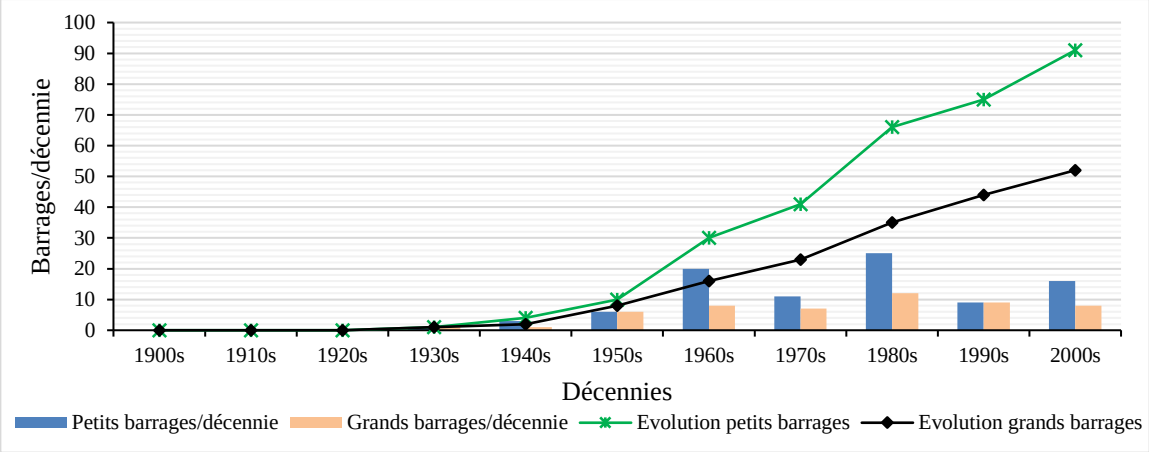


Figure 4: Nombre de barrages construits par décennie et leurs évolutions au Burkina Faso de 1900 à 2010. Seuls les barrages de plus de 1 million de m3 d'eau sont répertoriés par la FAO.
Source (FAO, 2016).

Pendant cette période, l'interventionniste étatique dans l'économie était une pratique très courante et a influencé le choix de la planification comme instrument de politique économique dans les pays en développement et en particulier au Burkina Faso (Somé, 2007). Elle trouvait également un écho favorable auprès des bailleurs financiers du pays (France, États-Unis, CEE, etc.). Cet engouement se justifiait par les succès des plans de l'époque (le plan Marshall qui a refait l'Europe économique de l'après-guerre, le plan Monnet en France, les plans soviétiques) et par l'influence des pensées d'inspiration Keynésienne (Jacquemot, 1984). Cependant, les tentatives de mise en œuvre des premiers plans de développement ont été des échecs. Le plan quinquennal (1963 - 1967), considéré comme irréaliste n'a pas été appliqué aboutissant à l'élaboration d'un plan temporaire de 13 milliards de FCFA, dont 41% était destiné à l'agriculture (World Bank, 1964).

[10] FIDES (*Fonds d'Investissement pour le Développement Économique et Social*)

Le premier plan réellement mis en œuvre (entre 1967 et 1970) au Burkina Faso, a été intitulé *Plan cadre*. Il a été élaboré dans un contexte d'instabilité politique et sociale. En 1966, suite à un soulèvement populaire qui a renversé le président, un régime militaire s'installa et adopta des mesures d'austérité budgétaire pour stabiliser les finances publiques (World Bank, 1969, 1970a). Ce plan, comme les précédents et ceux qui ont suivi, ont mis l'accent sur le développement rural et la construction d'infrastructures. Pour le secteur agricole, l'une des priorités du *Plan cadre* était d'alimenter en eau les zones rurales par la réalisation d'ouvrages hydrauliques (40% du programme agricole), de petites et moyennes tailles, destinés principalement à fournir l'eau à la population et au bétail, et secondairement à l'irrigation (World Bank, 1969). Entre 1960 et 1966, 40 barrages ont été construits sous le financement du Fonds Européen de Développement (CEE, 1976).

Malgré ce plan, la première décennie de développement a été globalement mitigée compte tenu de l'instabilité politico-financière et la stagnation économique vécues par le pays entre 1960 et 1967. En dix ans, le PIB réel/habitant (59 $ US en 1970, soit 16400 FCFA), a faiblement progressé à cause de l'augmentation de la population et de l'inflation (World Bank, 1972). L'autonomie alimentaire et la réduction des fluctuations annuelles de la production étaient devenues des défis majeurs à relever. Le caractère défavorable du climat a entraîné des déficits fréquents des aliments de base (mil, sorgho, maïs) et une substitution de la consommation de ces derniers par des produits de rente exportables (sésame, arachide) (World Bank, 1969). L'agriculture irriguée, source de sécurisation des récoltes vis-à-vis de la variabilité pluviométrique, peinait à se développer. En effet, d'un côté, les zones potentiellement agricoles et irrigables le long des principaux cours d'eau étaient inhabitées du fait de l'onchocercose (World Bank, 1969), et de l'autre, les ouvrages existants étaient mal exploités du fait de l'inexpérience des producteurs (Nébié, 1993). L'irrigation n'a connu un réel démarrage qu'à partir de 1965, grâce aux périmètres aménagés par la mission chinoise pour la riziculture (Nébié, 1993). Le riz n'occupait que 300 ha en irrigué et était considéré comme une céréale de luxe, marginalement consommée par les burkinabés (World Bank, 1970b).

3.2. Les années 1970 et 1980 : Développement de l'irrigation en réponse aux sécheresses

Les années 1970 ont démarré avec un choc climatique important. La grande sécheresse de 1970 à 1973 a mis en exergue l'instabilité de l'agriculture pluviale et la nécessité de développer l'irrigation pour assurer l'autonomie alimentaire des États du Sahel (MARA, 1995). Son impact très sévère sur la production a entraîné une crise alimentaire majeure de ces pays et une mobilisation de la communauté internationale pour y répondre. La Banque Mondiale a proposé à six pays[11] de la sous-région, un crédit de 14 millions $ US pour financer des projets parmi lesquels, la construction et la

[11] Ces pays étaient le Burkina Faso, le Mali, la Mauritanie, le Niger, le Sénégal et le Tchad.

réhabilitation de petits ouvrages d'irrigation, dans le but de rétablir à moyen terme les moyens d'existence des populations touchées (World Bank, 1973). Un sommet mondial sur l'alimentation, organisé en 1974 par la FAO, invitait à soutenir les pays touchés pour accroître leurs productions agricoles afin de répondre aux chocs ponctuels et à la hausse structurelle de la demande alimentaire (Rondeau, 1975). Pour le Burkina Faso, deux plans quinquennaux de développement ont rythmé la décennie 1970 et des programmes populaires de développement ont marqué celle des années 1980.

3.2.1. Plans quinquennaux de développement

Bien avant l'éclatement de la crise alimentaire, la politique agricole du Burkina Faso avait été planifiée pour accentuer la mise en valeur des terres irriguées dès le début des années 1970. Très dépendant de l'aide extérieure pour son développement, le pays est influencé par les orientations économiques de ses partenaires financiers. Une mission économique de la Banque Mondiale, qui a séjourné dans le pays en 1969, considérait que « l'irrégularité et l'insuffisance des pluies ne pourront être combattues que par l'irrigation. La culture sèche sera toujours aléatoire même en choisissant des variétés à cycle végétatif bien adapté aux conditions locales » (World Bank, 1970b). Dans son rapport rendu public, elle recommandait pour le secteur agricole d'accorder une priorité à la culture du coton pour l'exportation. Sur le plan de l'agriculture irriguée, elle a critiqué les coûts engagés pour la construction des barrages et des aménagements, jugés exorbitants. La mission préconisait la valorisation des équipements hydrauliques existants par des aménagements en aval à faibles coûts et l'affectation de l'ensemble des superficies irriguées principalement à la riziculture.

Ces conclusions ont grandement impacté l'élaboration de la première politique de développement de la décennie, intitulée *2ème Plan quinquennal de la Haute-Volta*, mis en place entre 1972 et 1976. Ce plan était très ambitieux en matière d'objectifs et d'investissements qui s'élevaient à 12,65 milliards de FCFA/an (dont 75% financés par des crédits extérieurs). Ces investissements étaient donc de 50% supérieurs à celui du *Plan cadre* (Afrique industrie, 1973). Les intentions des autorités étaient clairement d'accélérer la croissance et le développement du secteur rural, de produire plus pour satisfaire la demande alimentaire de la population et d'augmenter les recettes d'exportation. Les objectifs majeurs de la politique agricole étaient les suivants (Afrique industrie, 1973) :

- Garantir l'autosuffisance alimentaire quantitative et qualitative à travers une hausse de la production céréalière[12] (30% pour le mil et le sorgho, 20% pour le maïs et 60% pour le riz).
- Lutter contre la pauvreté des agriculteurs par un accroissement du revenu/actif à travers la hausse de la production des cultures de rente (30% pour l'arachide, 45% pour le coton, etc.).

[12] Ces pourcentages représentent la hausse globale au cours du plan

Les actions entreprises pour accroître la production agricole étaient à la fois, l'intensification des techniques culturales et l'augmentation des surfaces cultivables. Pour satisfaire la consommation annuelle de riz, qui devait passer de 5 kg/tête en 1971 à 6,6 kg/tête en 1976, le gouvernement a décidé de mettre l'accent sur le développement de la filière rizicole, en adoptant les actions prioritaires suivantes (Afrique industrie, 1973) : des aménagements additionnels de 2119 ha en aval de barrages et dans les plaines irriguées pour quadrupler la surface de riz irrigué (646 ha en 1971 à 2765 ha en 1976), et de 3520 ha de bas-fonds (306 ha en 1971 à 3826 ha en 1976) ; puis la mise en place de trois rizeries pour la transformation du paddy.

Pour étendre les surfaces agricoles, un vaste projet de colonisation des terres inoccupées des vallées a été mis en place. Intitulé *l'aménagement et la mise en valeur des vallées des Voltas*, le projet a été qualifié à l'époque du plus grand jamais entrepris dans le pays (23% des investissements du plan) et a été planifié pour durer 25 ans, de 1972 à 1996 (Afrique industrie, 1973). Les Voltas représentent les dénominations de trois grands fleuves sur lesquels sont situés aujourd'hui les plus grands périmètres irrigués du pays. On distingue la Volta Blanche (ou fleuve Nakambé) sur lequel est localisé le périmètre irrigué de Bagré, la Volta Noire (ou fleuve Mouhoun) sur lequel on trouve le périmètre irrigué de Sourou et la Volta Rouge ou fleuve Nazinon. Sur les 163000 ha irrigables du pays identifiés à l'époque, ces trois vallées contenaient à elles seules 82000 ha, soit la moitié du potentiel irrigable (Tableau 8). C'était une stratégie de long terme qui visait dans un premier temps à éradiquer totalement les maladies endémiques hydriques autour des fleuves, et dans un deuxième temps à installer des ménages pour exploiter les potentiels agricoles du milieu. Cette colonisation des terres avait pour objectif aussi de répondre à la dégradation structurelle des ressources des zones du plateau central, engendrée par un peuplement relativement élevé (40 habitants/km2), en rééquilibrant la densité vers les zones des vallées, très fertiles mais qui étaient désertées (3 habitants/km2). Les réalisations prévues étaient multiples à savoir l'aménagement de 263000 ha de terres cultivables, dont des possibilités de riziculture irriguée et d'élevage, et l'installation de plus de 120000 personnes.

Tableau 8 : Potentiel d'irrigation en ha au Burkina Faso avant les années 2000

	Surface (ha)	***En % du total***
Vallée du Mouhoun	35000	21
Vallée du Nakambé	37000	23
Vallée du Nazinon	10000	6
Vallée Comoé Yannon	14000	9
Plaines du Sud-Ouest	22500	14
Kompienga	5000	3
Petits barrages	15500	10
Bas-fonds	24000	15
Total	***163000***	***100***

Source des données : (Gbikpi, 1996)

L'objectif d'autosuffisance alimentaire visé par le plan et les cibles de production agricole n'ont pas été atteints. Cet échec est dû à la sécheresse (baisse de la production jusqu'en 1973, créant des déficits céréaliers de 145000 t en 1974 et 50000 t en 1975, Figure 5), au niveau structurellement bas des rendements (cultures extensives et sols pauvres) et à la faible colonisation des vallées (10% des familiales prévues ont été installées compte tenu des coûts élevés) (World Bank, 1979). En revanche, le PIB réel a connu une croissance (5 à 5,5%/an) entre 1974 et 1977, et cela s'explique par deux raisons principales (World Bank, 1979) : la première est liée au retour de la pluviométrie qui a conduit à une hausse de la production agricole nationale dès 1974 (Figure 5). La seconde est liée à la décision du gouvernement de mettre fin à l'austérité budgétaire imposée depuis 1967 au profit d'une politique de relance destinée à développer l'agriculture et l'industrie du pays.

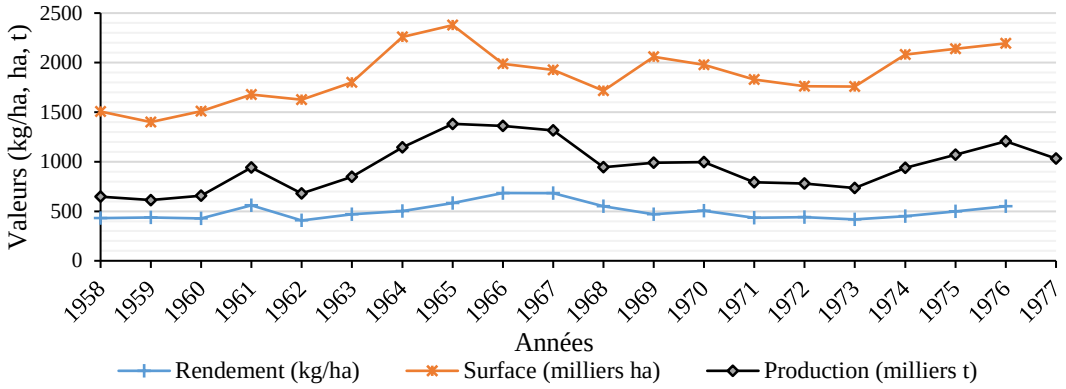


Figure 5: Evolution du rendement (kg/ha), de la surface (milliers d'ha) et de la production de céréales (milliers de tonnes) au Burkina Faso de 1957 à 1976.
Source des données (World Bank, 1979)

Face aux effets de la grande sécheresse, l'accélération de l'expansion de l'irrigation qui avait débuté en 1970, a suscité encore plus d'intérêt de la part du gouvernement du Burkina Faso (World Bank, 1979). C'est dans ce contexte que le 3ème *Plan quinquennal de développement* a été mis en place entre 1977 et 1981. Les grands objectifs étaient les mêmes et s'inscrivaient dans la poursuite de ceux visés précédemment. Dans le but de satisfaire les besoins de base alimentaires et non alimentaires de la population et de moderniser l'économie nationale, le gouvernement a continué de mettre l'accent sur le développement de l'agriculture, de l'industrie, des ressources en eau et des infrastructures (World Bank, 1979). Les plans de développement de cette décennie ont permis d'accroître la surface aménagée du pays à 10171 ha en 1979 grâce à la dynamique amorcée 10 ans plus tôt (Tableau 9). Cependant, la surface irriguée restait marginale (7%) au regard du potentiel irrigable du pays (150000 ha). Par ailleurs, de nombreux problèmes sociotechniques (gestion et entretien du réseau d'irrigation, coûts élevés des d'aménagements, maîtrise des techniques culturales), commençaient à s'installer structurellement dans les périmètres déjà aménagés (World Bank, 1983). Ces problèmes ont soulevé des questionnements quant à la viabilité et la rentabilité des investissements hydrauliques, qui sont devenus très coûteux pour le budget de l'État.

Tableau 9: Evolution des surfaces aménagées au Burkina Faso entre 1975 et 1988

	1975	**1979**	**1986**	**1988**
Evolution surface aménagée (ha)	6200	10171	13850	15750
En % du potentiel (150000 ha)	*4*	*7*	*9*	*11*
Hausse supplémentaire				
En ha		*3971*	*3679*	*1900*
En %		*64*	*36*	*14*
Hausse globale en % (entre 1975 et 1988)	154			

Les données ont été collectées de deux sources différentes et ne représentent que des chiffres approximatifs.
Sources : (World Bank, 1979 ; Nébié, 1993)

3.2.2. Programmes populaires de développement

Plusieurs pays pauvres ont été secoués au début des années 1980 par une crise financière structurelle caractérisée par des déficits publics et des surendettements extérieurs importants (Petit, 1993). Cette crise tire son origine du refus des bailleurs de fonds de continuer à prêter des sommes croissantes aux États, alors qu'en dépit de l'intervention publique dans l'économie depuis les années 1960, les résultats attendus en matière d'efficacité économique comme d'amélioration du bien-être des populations des pays pauvres ne sont pas atteints et que les remboursements d'emprunts font défaut. Selon la théorie néoclassique, les raisons de cet échec s'expliquent par les distorsions aux lois du marché générées par l'intervention étatique, les déséquilibres des finances publiques et du commerce extérieur et l'incapacité des monopoles d'État à organiser efficacement les filières de production et de commercialisation (Gérard, 2010). Face à cette inefficacité des politiques d'intervention, et conformément à la théorie néoclassique, fondement du libéralisme, le FMI et la Banque Mondiale ont imposé aux pays endettés des réformes structurelles, intitulées Programme d'Ajustement Structurel (PAS), afin de rétablir les équilibres macroéconomiques et financiers. La faible efficacité de ces politiques de libéralisation dans la réduction de la pauvreté et le soutien au développement agricole a permis de remettre en cause leur bien-fondé (Gérard *et al.*, 2012). Les objectifs visés par ces réformes étaient de stabiliser d'abord les économies concernées par le biais d'une contraction de la demande publique (réduction des dépenses publiques, hausse des recettes, etc.), et ensuite de relancer la croissance économique par leur ajustement à travers la libéralisation et l'ouverture des marchés (Petit, 1993). Le rôle de l'État dans l'économie était ainsi réduit à ses missions de services publics (Gérard *et al.*, 2012). Les secteurs agricoles des différents pays ont particulièrement été ciblés par des réformes spécifiques à travers la mise en place du Programme d'Ajustement du Secteur Agricole (PASA). Ces réformes du secteur agricole visaient trois objectifs principaux : la modernisation et la diversification de la production, le renforcement de la sécurité alimentaire et l'amélioration de la gestion des ressources naturelles.

Le Burkina Faso, contrairement à d'autres pays, avait refusé d'appliquer ces réformes, conduisant à son isolement du système financier international. Le pays a vécu un contexte politique précaire

au début de la décennie. Trois coups d'État ont eu lieu entre 1980 et 1983. Malgré cette instabilité politique, les finances publiques n'étaient pas trop mauvaises. Le déficit budgétaire a évolué en moyenne à 2% du PIB entre 1977 et 1981 et s'élevait à 4,4 milliards de FCFA (soit 1,2 % du PIB) en 1982, imputable surtout à une augmentation des rémunérations dans la fonction publique (World Bank, 1983). Mais le rejet des plans d'ajustement structurel a surtout été motivé par l'arrivée au pouvoir en 1983 de Thomas Sankara et d'un gouvernement révolutionnaire, socialiste, populaire et volontariste, qui voulait incarner une rupture avec les pratiques passées en concevant des politiques publiques basées sur des ressources propres du pays et l'autodétermination du peuple. Le premier plan économique et social intitulé « *Programme populaire de développement* » adopté pour 15 mois entre 1984 et 1985, avait placé comme priorités nationales les enjeux de la sécurité alimentaire, l'eau, l'habitat et les services sociaux de base, en mettant l'accent sur le secteur agricole (23% des investissements), les transports (23%), la grande hydraulique (19%) et 12% pour les ressources humaines (World Bank, 1989). Malgré les difficultés structurelles liées à l'exploitation des périmètres irrigués, la grande irrigation a pris une place importante pendant les années de la Révolution[13]. C'est ainsi que le programme suivant, intitulé « *Plan quinquennal de développement populaire 1986 – 1990 »* plaça en première priorité le sous-secteur hydraulique (24% des investissements) devant les autres branches de l'économie (World Bank, 1989). Ce plan a été cependant rythmé par un nouveau coup d'État en 1987 perpétré par Blaise Campaoré qui a mis fin au régime révolutionnaire en place, et par des programmes annuels d'investissement public. La Révolution se voulait responsable sur tous les plans. En plus des politiques volontaristes ci-dessus mentionnées, elle a adopté des mesures drastiques visant à réduire les déficits à travers la réduction des dépenses publiques.

Les résultats de la décennie en matière de performances économiques ont été reconnus et salués par les partenaires financiers malgré le rejet du pays des réformes structurelles. Entre 1982 et 1987, le Burkina Faso fut l'un des rares pays africains qui n'était pas en crise économique et financière parce que le taux de croissance du PIB était au-dessus de la croissance démographique, les prix stables, le déficit public modeste (en dessous de 3% du PIB entre 1985 et 1987), une dette à 47% du PIB en 1987, et une autosuffisance alimentaire atteinte (besoins céréaliers couverts à plus de 100%) entre 1984 et 1987 (World Bank, 1989). De même, la surface aménagée continuait de progresser (passant de 10171 ha en 1979 à 15750 ha en 1988), mais faiblement par rapport au potentiel irrigable (11%) (Tableau 9). Cependant, l'arrivée du nouveau régime en 1987 a conduit le pays à rétablir des liens avec les institutions financières internationales. Même si la situation des finances publiques n'était

[13] La construction du grand barrage de Bagré, l'un des plus importants du pays et objet de cette thèse, a débuté au cours de cette période.

pas critique, le pays s'est vu imposé un ajustement structurel, considéré comme peu radical et réaliste, et qui servirait à résoudre les problèmes que pose l'accumulation des arriérés ayant servi à financer le budget, maîtriser la croissance du service de la dette, consolider les résultats financiers des dernières années, etc. (World Bank, 1989). Ce qui a conduit le nouveau gouvernement à entreprendre des négociations avec ses partenaires, aboutissant à l'application des plans d'ajustement la décennie suivante.

3.3. Les années 1990 : Politiques d'ajustement et poursuite du développement de l'irrigation, mais une pauvreté qui demeure

Les années 1990 ont été donc marquées au Burkina Faso par l'adoption de ces réformes structurelles. Le PAS est entré en vigueur en 1991. Dans la foulée, le PASA est mis en place en 1992. Pour le Burkina Faso, l'application de ces reformes a conduit à la libéralisation du commerce des céréales (suppression des contrôles de stabilisation des prix), la privatisation/liquidation des entreprises publiques, la suppression de certaines barrières non tarifaires, etc. (MA, 1997). D'une manière générale, les PAS s'inscrivaient dans les fondements théoriques du libéralisme économique, le désengagement progressif de l'État, la promotion du secteur privé, etc. Par conséquent, les politiques entreprises par le gouvernement dans la décennie se sont inscrites dans cette logique libérale, notamment la stratégie de croissance durable du secteur agricole et le développement de l'irrigation privée.

3.3.1. Stratégie de croissance durable du secteur agricole

Cette stratégie a été élaborée dans le courant les années 1995 et 1996 et visait à consolider les PAS. La faible performance du secteur agricole a conduit les acteurs politiques du monde agricole à engager une réflexion collective pour élaborer une stratégie opérationnelle et consensuelle de croissance durable de l'agriculture et de l'élevage, dont le document cadre a été intitulé « *Déclaration de politique de développement agricole durable* » (MARA, 1997). Elle s'inscrivait dans une perspective de long terme (horizon 2005 à 2010) et marquait un renouveau de la planification. La stratégie développée s'appuyait sur deux idées principales. D'une part, il s'agissait de profiter de la nouvelle dynamique amorcée par le secteur agricole (hausse de compétitivité à l'exportation, protection des produits vivriers) suite à l'application des premières réformes structurelles (dévaluation en 1994, retrait de l'État), pour tirer le maximum de retombées économiques. D'autre part, l'ambition était de mettre l'accent sur le concept émergeant de développement durable suite au Sommet de la Terre de Rio en 1992, afin de lutter contre la dégradation des ressources naturelles.

La stratégie de croissance durable s'inscrivait en conformité avec les engagements de la décennie (PAS, Convention sur la désertification en 1994, Sommet de l'alimentation en 1996) pris par le pays en matière de libéralisation économique, de développement durable et de lutte contre la sous-alimentation (MA, 1997, 1999). Les principales orientations et les objectifs de cette stratégie sont résumés dans l'encadré n°1 ci-dessous (MA, 1997, 1999 ; MARA, 1997) :

Encadré 1

- **Grandes orientations**
  - Favoriser le développement de l'économie de marché en milieu rural,
  - Moderniser les exploitations agricoles,
  - Favoriser la professionnalisation des différents acteurs et renforcer leurs rôles,
  - Assurer une gestion durable des ressources naturelles,
  - Accroître la sécurité alimentaire et nutritionnelle,
  - Améliorer sensiblement le statut économique de la femme rurale,
  - Recentrer le rôle de l'État sur des missions de services publics et favoriser l'initiative privée

✓ **Objectifs global et spécifiques**

L'objectif général défini par l'État, permettant d'englober les orientations ci-dessus de la politique de développement était « d'assurer de manière continue, la production agricole pour satisfaire les besoins des populations tout en maintenant et en améliorant la qualité de la vie et de l'environnement ». Il a été décliné en trois grands objectifs spécifiques reprenant les trois piliers du développement durable :

- **Objectifs économiques** : diversifier et spécialiser la production agricole régionale, intensifier et accroître la production agricole (5 à 10%/an pour les dix prochaines années), mettre sur le marché des produits compétitifs, améliorer les revenus des producteurs agricoles (au moins 3% par an et par personne).
- **Objectifs écologiques :** freiner la dégradation des ressources naturelles, restaurer et maintenir l'équilibre écologique du milieu, améliorer la gestion de la fertilité des sols, assurer la maîtrise de l'eau et l'exploitation rationnelle des aménagements hydroagricoles.
- **Objectifs sociaux :** assurer l'autosuffisance et la sécurité alimentaire, contribuer à la lutte contre la pauvreté en zone rurale, promouvoir le rôle de la femme et des jeunes dans le secteur agricole.

3.3.2. Stratégie de développement de l'irrigation privée

La décennie 1990 s'est ouverte sur fond de ralentissement des financements et des investissements liés à la réalisation des grands barrages hydrauliques. Ce recul a été marqué à la fin des années 1990 par une baisse à la fois des investissements et du nombre de projets soutenus par la Banque Mondiale, qui ne représentaient plus que 40% des niveaux enregistrés 20 ans plus tôt (World Bank, 2004). Plusieurs éléments clés expliquaient la réticence des bailleurs de fonds internationaux à s'engager dans ces grands projets. Au milieu des années 1980, la Banque Mondiale a fait face à des campagnes de protestations importantes contre la construction de ces grands ouvrages (notamment celui de Narmada en Inde) en raison des dégâts sociaux et environnementaux irréversibles qu'ils entraînaient (Ballande, 2001 ; Goodland, 2010). Les critiques ont été de plus en plus vives à l'égard des résultats de la gestion de la crise de la dette par la Banque Mondiale et les réformes structurelles

qu'elle a imposées aux États afin de réduire leurs dépenses publiques notamment dans le secteur de l'agriculture irriguée. Dans le même temps, le marché international était devenu favorable à l'importation du riz plutôt qu'à sa production en raison de la baisse des prix mondiaux de céréales, entraînant ainsi une réduction des investissements consacrés à la riziculture irriguée (AfricaRice, 2011 ; Stührenberg, 2016). Enfin, la rentabilité des investissements de ces grands ouvrages et les aménagements hydroagricoles associés a été fortement remise en cause (Riddell *et al.*, 2006 ; Barbier *et al.*, 2016).

C'est dans ce contexte que les initiatives pour le développement de l'irrigation privée vont prendre de l'ampleur avec la mise en place de projets. L'irrigation privée peut être définie comme « une agriculture irriguée, dont le développement se fait à partir d'initiatives et d'investissements privés pour les études, les aménagements des terres et leur mise en valeur, étant entendu que les promoteurs sont en situation de sécurité foncière et qu'ils ont le libre choix de leurs spéculations » (MARA, 1995). Des diagnostics réalisés au Burkina Faso depuis 1986, pointaient du doigt une dégradation des infrastructures parce que mal entretenues, des usagers incapables de payer les charges et redevances, des insuffisances techniques et socioéconomiques et une facture élevée pour le budget de l'État (MARA, 1995). Face à ce constat peu reluisant et avec la mise en place des PAS, l'État a élaboré en 1995, sous l'impulsion de la Banque Mondiale un « *Document - cadre de développement de l'irrigation privée* », qui devait faire l'état des lieux de l'irrigation et présenter les potentialités de son développement à travers l'initiative privée. La validation des conclusions a abouti au financement par la Banque d'un *projet pilote* (1999 – 2003) de 3 millions $ US (2,9 milliards de FCFA) destiné à « mettre à l'essai et évaluer une approche permettant d'assurer le développement de la petite irrigation en tant que sous-secteur efficace et viable à long terme » (World Bank, 1998). Le projet visait à appuyer la réalisation d'ouvrages d'irrigation peu coûteux, financés, construits et gérés par les paysans eux-mêmes et à soutenir les microentreprises offrant des services d'appuis techniques et commerciaux en amont et en aval de la production.

L'application des PAS s'est soldée à la fin des années 1990 par un échec global sur le plan de la réduction de la pauvreté, notamment en Afrique en général et au Burkina Faso en particulier. L'indice de pauvreté a quasiment stagné durant la période de mise en place de ces ajustements structurels. La part de la population vivant avec moins de 1 $ US/jour en Afrique subsaharienne est passée de 46,6% en 1987 à 49,7% en 1993, avant de baisser à 46,3% en 1998, soit presqu'au même niveau qu'à la fin de la décennie 1980 (World Bank, 2001). La libéralisation externe des échanges prônée par ces réformes structurelles a été peu bénéfique aux agriculteurs des pays pauvres pour plusieurs raisons (Gérard, 2010) : la hausse attendue des prix des produits agricoles a été faible et leur transmission sur les revenus des vendeurs nets réduite par les coûts de transaction, la faiblesse

des productivités agricoles n'a pas permis aux paysans de profiter des parts importantes de marché laissées par les pays développés. Sur le plan interne, la contraction des dépenses publiques destinées aux infrastructures et surtout aux services sociaux a été néfaste pour les populations en zone rurale où la proportion de pauvres est plus importante (Heidhues et Obare, 2011). Au Burkina Faso, le taux de pauvreté a même augmenté légèrement d'environ 1 point durant les années « ajustements », passant de 44,5% en 1994 à 45,3% en 1998 (INSD, 2018). De même, la prévalence de sous-alimentation a stagné entre 27% en 1992 et 28% en 2002 (Figure 8). Les effets des réformes ont été également ressentis dans le sous-secteur « irrigation ». Entre 1992 et 2002, la superficie aménagée est passée de 24330 ha à 25000 ha (11% du potentiel irrigable), soit une progression marginale de 3% (Figure 6), en raison surtout de la baisse des financements des projets hydrauliques. Ces résultats mitigés s'inscrivent paradoxalement dans un contexte où la croissance économique réelle et celle par habitant (entre 1992 et 1999), ont été respectivement de 5,5% et de 3% par an[14]. Les premières explications du faible recul de la pauvreté faisaient état d'une croissance insuffisamment forte, inégalitaire, faiblement inclusive et tirée par des secteurs (secondaire et tertiaire) qui emploient peu la population active du pays (moins de 20%) (INSD, 2000). L'agriculture, source principale de revenu et premier employeur de main d'œuvre souffre d'une faible productivité des facteurs, d'autant plus que l'intensification par l'agriculture irriguée est à la traîne (INSD, 2000).

En réponse aux vives critiques sur l'échec des PAS appliqués ces deux dernières décennies, les institutions financières internationales ont adopté de nouvelles stratégies ciblant davantage la croissance accélérée et la réduction de la pauvreté des populations dans les pays en développement.

3.4. Les années 2000 : Politiques axées sur la réduction de la pauvreté et sur la croissance accélérée

Le nouveau millénaire a été marqué sur la scène internationale par l'adoption dans plusieurs pays pauvres des Documents de Stratégie pour la Réduction de la Pauvreté (DSRP) et aussi par un regain d'intérêts des institutions financières internationales à investir dans les grandes infrastructures hydrauliques. Pour faciliter l'adoption des DSRP, deux nouveaux instruments de prêts ont été mis en place sous l'élan du FMI et de la Banque Mondiale : la FRPC[15] (mécanisme de prêts concessionnels du FMI) qui visait à financer les programmes de réduction de pauvreté, et l'initiative PPTE lancée en 1996, qui visait l'allègement de la dette des pays pauvres (FMI, 2000). Ces prêts restaient cependant conditionner à la poursuite par ces pays des réformes structurelles libérales engagées les décennies précédentes. Sur le plan hydraulique, plusieurs facteurs ont ravivé

[14] Données WDI (https://data.worldbank.org/country/burkina-faso)

[15] La FRPC (Facilité pour la Réduction de la Pauvreté et pour la Croissance) a remplacé en 1999 la FASR (Facilité d'Ajustement Structurel Renforcée) qui était l'instrument de financement des PAS (FMI, 2000).

l'engouement autour des grands barrages. Nous pouvons citer entre autres, la nécessité de mobilisation des ressources en eau pour l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement (World Bank, 2004), les objectifs de réduction des émissions carbone (Alhassan, 2009), la réduction de la dette des pays pauvres et la crise alimentaire de 2008 (Barbier *et al.*, 2009).

L'influence de ce contexte international a conduit le Burkina Faso à adopter en 2000 son DSRP intitulé Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté (CSLP) (MEF, 2000), qui a été révisé en 2003 (MED, 2004). Ce document a servi de cadre de référence aux politiques publiques du pays pendant la décennie 2000. Dans ce cadre, s'insérait également la principale politique d'irrigation de l'époque intitulée Politique Nationale de Développement Durable de l'Irrigation (PNDDI) élaborée entre 2002 et 2004 (MAHRH, 2006). Les grandes lignes, ainsi que les liens entre ces politiques de la décennie, présentées dans les documents de référence ci-dessus cités, sont maintenant présentées.

3.4.1. Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté (CSLP)

L'adoption du CSLP par le Burkina Faso au début des années 2000 a été motivée par le constat mitigé sur le plan social, fait à l'aube de l'application des réformes structurelles. Malgré une bonne croissance économique, la population pâtissait toujours d'un faible accès aux besoins sociaux (éducation, santé, etc.), d'une extrême pauvreté et vulnérabilité, qui sont des freins importants aux objectifs de développement durable que s'est fixé le pays (MEF, 2000). Pour inverser la tendance, la stratégie de lutte contre la pauvreté ambitionnait de rendre la croissance économique plus forte, soutenue, inclusive et équilibrée entre toutes les couches sociales de la population. Les obstacles à lever étaient entre autres la faiblesse du capital humain, des infrastructures de développement, de la gouvernance et aussi de l'ouverture de l'économie afin de profiter au maximum des espaces régionaux qui se mettaient alors. Comme imposé par les bailleurs financiers, le rôle de l'État a été recentré dans la recherche de « l'équité sociale » à travers des politiques distributives, et aussi pour servir de suppléant au défaillance du marché dans l'allocation des ressources. En contrepartie, l'État devait poursuivre son retrait et renforcer la libéralisation de l'économie. L'élaboration du document cadre a bénéficié de la participation de plusieurs parties prenantes du pays (administration publique, secteur privé, société civile, etc.). Le CSLP a remplacé la stratégie de croissance durable, mais les objectifs quantitatifs à l'horizon 2010 et 2015 restaient les mêmes (5% de croissance/tête/an, réduction de 45% à 30% le taux de pauvreté et hausse de l'espérance de vie de 10 ans). Les actions prioritaires ont été organisées autour de quatre grands axes (encadré n°2) :

Encadré 2

- Accélérer la croissance et la fonder sur l'équité à travers la stabilisation macroéconomique, la hausse de la compétitivité de l'économie et la réduction des coûts des facteurs, l'accélération du développement du monde rural et des secteurs productifs.
- Garantir l'accès des pauvres aux services sociaux de base par le biais de la promotion de l'accès à l'éducation, la santé, l'eau et un cadre de vie sain.
- Elargir les opportunités en matière d'emplois et d'activités génératrices de revenu pour les pauvres à travers la réduction de la vulnérabilité de l'activité agricole, l'intensification et la modernisation de l'agriculture, la hausse et la diversification des revenus des ruraux et le désenclavement.
- Promouvoir la bonne gouvernance démocratique, locale, économique et lutter contre la corruption.

Pour élargir les opportunités d'emplois et d'activités, l'État a fait du développement de l'irrigation un moyen d'intensifier, d'accroître et de diversifier la production agricole afin d'augmenter et de stabiliser les revenus des ménages en milieu rural. Les actions prioritaires envisagées sur le plan agricole en général étaient l'appui-conseil aux producteurs, le développement des aménagements hydroagricoles avec une priorité accordée aux bas-fonds en vue d'intensifier la petite irrigation, la mécanisation agricole, la promotion des filières porteuses, etc. L'accent a été mis sur la petite irrigation expérimentée et développée depuis les premières années du CSLP à travers le « *Programme de développement de la petite irrigation villageoise* ». Ce programme visait, sur le plan global, la hausse de la production agricole, la création d'emplois et la réduction de la pauvreté en milieu rural ; et sur le plan quantitatif, la construction de petites retenues d'eau dans les bas-fonds de 1000 villages, l'aménagement d'au moins une superficie de 5000 ha autour des petites retenues d'eau, l'extension de 2000 ha des anciens aménagements créés autour des moyennes retenues d'eau afin de réaliser une double récolte/an (MA, 2001).

3.4.2. Politique Nationale de Développement Durable de l'Irrigation (PNDDI)

Elle a été élaborée entre 2002 et 2004. Les orientations stratégiques assignées dans cette politique s'inscrivent en droite ligne des grands objectifs du CSLP. Plusieurs motivations ont conduit à l'élaboration de cette politique. La nécessité de replacer le développement du secteur de l'irrigation dans une vision durable en tirant les leçons du passé : les projets précédents ont montré des limites en matière de mode de gouvernance institutionnelle et participative (gestion déficiente des infrastructures, délais longs d'exécution des travaux qui deviennent coûteux pour l'État, règles d'accès à la terre, etc.) et de rentabilité avec peu d'attention accordée à celle du petit producteur. La volonté de répondre à l'augmentation de la consommation alimentaire céréalière, dont la demande additionnelle à l'horizon 2015, devait atteindre 955000 tonnes de céréales traditionnelles (mil, maïs, sorgho) et 171000 tonnes de paddy (MAHRH, 2006). L'irrigation constituait un moyen d'accroître la production pour satisfaire surtout la hausse future de la consommation du riz. Enfin, la volonté

de placer l'irrigation parmi les sous-secteurs qui devaient jouer un rôle central dans la réussite du CSLP. Les objectifs généraux de la politique d'irrigation étaient les suivants (encadré n°3) :

Encadré 3

- Satisfaire les besoins alimentaires de la population et de l'industrie locale,
- Lutter contre la pauvreté à travers l'accroissement de l'emploi et des revenus de la population,
- Promouvoir une gestion durable des ressources naturelles (RN) en respectant l'environnement (réduction de la pollution, de l'épuisement des ressources en eau, etc.),
- Contribuer à l'équilibre entre les différentes régions de production du pays,
- Respecter les accords internationaux sur l'exploitation des RN et des produits agricoles,
- Diversifier et augmenter les exportations pour équilibrer la balance commerciale du pays.

Pour atteindre ces objectifs, l'accent a été mis sur tous les types[16] d'irrigation (Tableau 10). Pour les grands et moyens périmètres, les actions prioritaires visaient une meilleure valorisation des investissements, la construction d'aménagements nouveaux, une clarification des règles de gestion et de maintenance des équipements hydrauliques et une facilitation des conditions d'accès au foncier. Pour la petite irrigation, la stratégie visait d'un côté la valorisation des petits barrages et des plans d'eau existants par des modèles de 10 ha à 20 ha en aval et de l'autre, la promotion de l'initiative privée partout où il y a de la rentabilité des coûts. Pour les bas-fonds, des aménagements étaient prévus dans les zones de l'ouest, du sud-ouest et du centre. Comme souligné dans le CSLP, l'accent a été mis sur la petite irrigation. Sur les 60000 ha d'aménagements et de réhabilitations qui étaient prévus à l'horizon 2015, 50% devait être de type « petite irrigation ».

Tableau 10 : Actions prioritaires et objectifs cibles à l'horizon 2015 de la PNDDI

Types	**Actions prioritaires**	**Cibles (aménagements et barrages)**
Grands périmètres	- Valoriser des investissements existants - Aménager des nouvelles terres - Clarifier les règles de gestion et de maintenance des ouvrages hydrauliques - Faciliter les règles d'accès au foncier	**20000 ha** Réhabilitation de 3000 ha Extensions de 8000 ha - Bagré = 3000 ha - Sourou = 4000 ha - Soum = 1000 ha Construction du barrage de Samendéni et nouveau périmètre de 9000 ha
Moyens périmètres	- Similaires aux grands périmètres	**5000 ha** Mise en œuvre projet (BAD) = 2000 ha Extension future = 3000 ha Constructions de nouveaux barrages (au moins 3)
Petite irrigation villageoise et d'initiative privée	- Valoriser les petits barrages et les plans d'eau existants - Promouvoir l'initiative privée partout où il y a de la rentabilité des coûts.	**30000 ha** Irrigation privée individuelle 15000 ha Irrigation villageoise 15000 ha Construction de 20 nouveaux micro-barrages avec l'appui de la Chine
Bas-fonds	- Aménagements de bas-fonds de 20 ha en moyenne dans plusieurs zones	**Mise en valeur de 5000 ha**

Source : (MAHRH, 2006)

[16] Voir la typologie des systèmes d'irrigation du Burkina Faso en Annexe 4

Une décennie après l'application du CSLP et de la PNDDI, la coexistence « croissance économique importante et aggravation de la pauvreté » semble perdurer. Le PIB réel a crû de 5,2% par an entre 2000 et 2009 et le PIB par tête de 2% (MEF, 2011). Ces chiffres, quand bien même remarquables restent au même niveau que la progression obtenue la décennie précédente. Ils sont surtout en dessous des objectifs cibles du CSLP qui étaient respectivement de 6 à 7% pour le PIB et de 5% pour le PIB/tête. Le taux de pauvreté est passé de 45,3% en 1998 à 46,7% en 2009 tandis que sa profondeur (l'écart moyen par rapport à la ligne de pauvreté) s'est accrue de 13,7 à 15,1% (INSD, 2018). Face à la persistance de la pauvreté, des analyses plus approfondies ont tenté d'expliquer ce paradoxe. Les fruits de la croissance économique ne sont pas équitablement répartis, remettant en cause l'objectif d'équité sociale visé par le CSLP. Les richesses sont inégalement captées par les détenteurs du capital au détriment des travailleurs salariés : entre 1999 et 2009, la rémunération pour les salariés était en moyenne autour de 23% du PIB alors que celle des patrons s'élevait à 70% (INSD, 2015a). La politique d'ouverture a profité à l'arrivé d'investisseurs dans le secteur des mines et des télécommunications. L'industrie extractive a permis de booster la croissance ces dernières années[17], mais elle est à faible intensité de travail et les capitaux sont détenus par des investisseurs étrangers qui bénéficient plus des retombées que les populations locales (CAPES, 2011). La persistance de la pauvreté est également le résultat de la faible productivité agricole en valeur ajoutée par actif (Sabo *et al.*, 2014) : entre 1998 et 2009, le secteur primaire a généré en moyenne un tiers du PIB, mais emploie 80% des travailleurs et concentre 94% des pauvres. Ce qui est faible, comparé au tertiaire et au secondaire (61% du PIB pour 20% des travailleurs). Ces deux secteurs tirent la croissance, en moyenne 3,9 points sur les 5,2 enregistrés entre 2000 et 2009 (MEF, 2011), mais cette richesse est peu réinvestie dans les branches (agriculture) où travaille la majorité des pauvres.

Sur le plan de l'agriculture irriguée, des avancées non négligeables ont été obtenues en matière d'aménagements irrigués. La surface équipée pour l'irrigation a connu une hausse importante au Burkina Faso. Elle est passée de 25000 ha en 2002 à 54275 ha en 2011 (23% du potentiel irrigable), permettant ainsi de doubler la superficie irriguée totale du pays (Figure 6). Cette hausse est le résultat des politiques volontaristes (PNDDI) adoptées dans la décennie 2000 pour accroître la production et les surfaces agricoles irriguées, des mesures de soutien à la filière riz adoptées après la crise alimentaire de 2008 et surtout le retour de l'engouement autour de la grande hydraulique.

[17] Par exemple, pour les croissances réelles du PIB en 2009 (3%) et en 2010 (8,4%), l'industrie extractive a contribué respectivement pour 1,4 point et 1,7 point (INSD, 2015a), alors qu'elle n'a employé que 0,4% de la population active en 2010 (INSD, 2017).

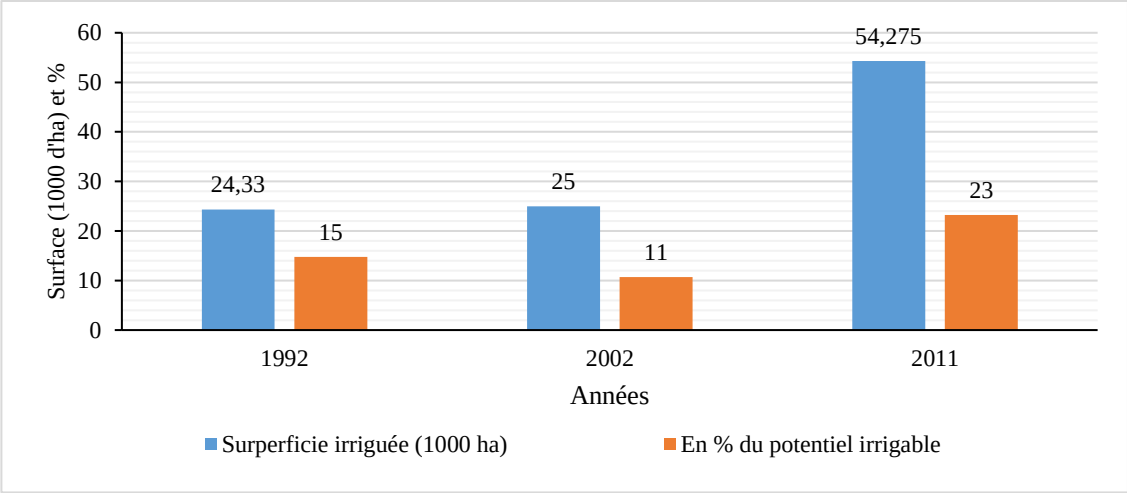


Figure 6: Evolution de la superficie irriguée au Burkina Faso depuis 1992
source : *(FAO, 2016)*

Cette politique a plutôt profité aux systèmes de bas-fonds et à la petite irrigation (Tableau 11). Pour les bas-fonds, la surface irriguée a plus que triplé passant de 7200 ha en 2004 à 24545 ha en 2011, soit une hausse de 241%. Le coût d'aménagement est le deuxième le plus faible, soit 1,4 à 3,5 millions de FCFA par ha (2100 à 5400 €). L'augmentation de la petite irrigation était moins importante que les bas-fonds mais a bénéficié de 3700 ha supplémentaires entre 2004 et 2011, soit une hausse de 37%. L'aménagement de la petite irrigation est le moins coûteux parmi les différents types de systèmes irrigués, soit 0,5 à 1,8 million de FCFA par ha (780 à 2800 €). En revanche, les grands et moyens périmètres irrigués ont connu une évolution plus faible pendant la même période, soit respectivement 6% et 8% entre 2004 et 2011. Cela est sans doute dû en partie aux coûts très élevés des investissements à réaliser dans ces systèmes. Un hectare aménagé dans un grand périmètre irrigué comme Bagré, Sourou, etc. coûte environ 7 à 10 millions de FCFA (10000 à 15000 €), soit 5 fois plus que ce qui se fait en petite irrigation. Pour les périmètres moyens, 1 ha coûte 6 à 7 millions de FCFA à aménager (9000 à 10000 €). Par exemple, entre 2004 et 2011, la petite irrigation a coûté environ 6,7 milliards de FCFA, soit en dessous du montant total investi en grands périmètres (7,35 milliards de FCFA), pour une surface irriguée supplémentaire (3700 ha), 5 fois supérieure (735 ha de plus pour les grands aménagements). En moyenne, les bas-fonds restent majoritaires en matière de surface. Sur les 54275 ha équipés pour l'irrigation en 2011, les bas-fonds représentent (45%), suivis de 25% pour la petite irrigation, 25% pour les grands périmètres et seulement de 5% pour les périmètres moyens. Globalement, l'objectif de 60000 ha à l'horizon 2015, tel que fixé par la PNDDI était loin d'être atteint.

Tableau 11 : Typologie des périmètres irrigués et évolution des surfaces irriguées entre 2004 et 2011

	Evolution entre 2004 et 2011				Définition des types d'irrigation		
	Surface (ha)		Hausse		Coût/ha	Taille	Exploitations
	2004	**2011**	**ha**	**%**	**Million FCFA**	**ha**	**Bénéficiaires**
Grands périmètres	12058	12793	735	6	7 à 10	100 à plus 1000	Agro, paysannat
Périmètres moyens	3000	3237	237	8	6 à 7	20 à 100	Paysannat
Petite irrigation	10000	13700	3700	37	0,5 à 1,8	1 à plus 20	Privé, familles
Bas-fonds	7200	24545	17345	241	1,4 à 3,5	+ ou – 20	Paysannat
Total	**32258**	**54275**	**22017**	**68**			

Sources : (MAHRH, 2006 ; World Bank, 2013)

Les résultats en matière de production agricole peuvent être analysés selon deux périodes. Entre 1999 et 2007, la production totale de céréales a augmenté de 2,7 millions à 3,08 millions de tonnes, soit une hausse de 36% en 7 ans (Figure 7 A). Celle du riz dans la même période a augmenté de seulement 20% (Figure 7 C), maintenant la dépendance aux importations à 80% (20% d'autosuffisance) (Figure 7 B). En revanche, l'accroissement de la production totale a permis au pays d'être autosuffisant en céréales traditionnelles (mil, sorgho, maïs) (Figure 7 B) et de réduire sans doute, la prévalence de sous-alimentation de 10 points entre 2000 et 2007 (Figure 8). Mais en terme absolu, 2,5 millions de burkinabés (18%) souffraient toujours de faim, malgré l'autonomie en céréales. Cela résulte de la persistance de la pauvreté qui fait que même avec une offre suffisante de nourriture, l'accessibilité à celle-ci par les plus pauvres est réduite en raison de leur faible revenu.

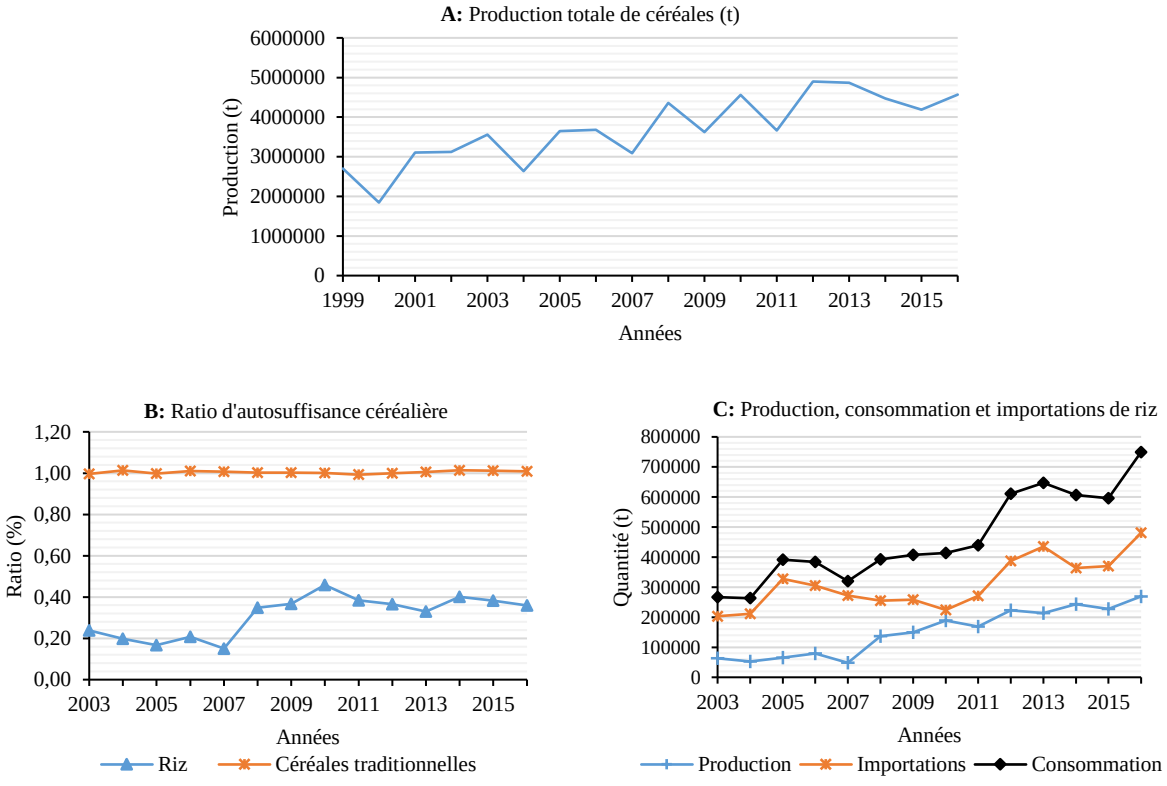


Figure 7: (A) Production totale de céréales en t, (B) ratio d'autosuffisance céréalière (production intérieure sur consommation totale), et (C) données sur le riz au Burkina Faso en t.
Sources des données : (INSD, 2012, 2017 ; INSD-CE, 2013, 2018). *liens http://burkinafaso.opendataforafrica.org/; http://countrystat.org/home.aspx?c=BFA*

Ces résultats mitigés ont été détériorés par la crise alimentaire de 2008. La flambée des prix des denrées de base a été néfaste pour la sécurité alimentaire des populations des pays pauvres. En 2009, le nombre de personnes souffrant de faim a atteint 1,02 milliard dans le monde (dont 25% en Afrique), soit son niveau le plus haut depuis la crise mondiale des années 1970 (FAO, 2009, 2010). Cette crise a surtout été une « crise alimentaire rizicole » pour certains pays africains comme le Burkina Faso où la consommation est dépendante des importations. Les prix du riz sur le marché mondial ont triplé en six mois entre 2007 et 2008 (FAO, 2011). Face aux émeutes de la faim, des mesures immédiates d'atténuation ont été prises par les gouvernements concernés. Par exemple, au Burkina Faso, l'État a supprimé temporairement les droits de douane à l'importation pour le riz entre 2008 et 2013 afin de limiter la hausse des prix (FAO, 2014). D'une manière générale, plusieurs enseignements ont été tirés suite à cette crise. D'une part, cette crise a justifié le retour de l'action publique dans l'économie : des mesures structurelles et de contrôles de prix (subvention d'intrants, distribution de semences améliorées, appui technique aux riziculteurs, fixation de prix plancher et plafond) ont été adoptées au Burkina Faso pour soutenir la production rizicole et la consommation (MASA, 2013a). Ces mesures ont eu un impact important sur la production céréalière : en une année (entre 2007 et 2008), la production céréalière a augmenté de 41% (plus d'un million de tonnes) (Figure 7 A), soit plus que la hausse totale enregistrée les sept dernières années précédant la crise. La production du riz (convertie en décortiqué) a triplé, passant de 48000 t en 2007 à 137000 t en 2008 (Figure 7 C). Cela résulte à la fois des productions en irrigué et en pluvial. Cette hausse a permis au pays d'augmenter son autonomie et de réduire sa dépendance alimentaire rizicole vis-à-vis du marché international. Le ratio d'autosuffisance qui était en moyenne de 20% avant la crise de 2008 est passé à 40% les années suivantes (Figure 7 B). D'autre part, la crise a permis de recentrer la priorité des politiques des pays en développement sur l'agriculture et la sécurité alimentaire (FAO, 2009), avec une attention particulière accordée à la filière riz. Cela a abouti à l'adoption entre 2010 et 2015 de stratégies nationales de développement de la riziculture et des politiques nationales de sécurité alimentaire. Pour le Burkina Faso, toutes ces stratégies se sont insérées dans la SCADD, le cadre de référence globale de la première moitié de la décennie 2010.

3.4.3. Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable (SCADD)

La SCADD a remplacé la stratégie de la lutte contre la pauvreté et est devenue le référentiel de la politique économique du pays entre 2011 et 2015. Dix ans après d'application du CSLP, la pauvreté était toujours élevée même si des progrès ont été réalisés au niveau des grands équilibres financiers[18] et des services sociaux (MEF, 2011). Cette persistance de la pauvreté et la vulnérabilité croissante

[18] Le déficit budgétaire a été maintenu en moyenne à 4,5% du PIB, le déficit commercial ramené de 11,9% du PIB en 2000 à 5,8% en 2009 et le ratio dette/PIB au niveau de 27,4% en 2009 (MEF, 2011).

des populations sont des entraves majeures au respect des engagements internationaux du pays en matière d'OMD, de développement durable, etc. Selon le diagnostic fait par l'État, la croissance a été insuffisante pour induire un inversement significatif de la tendance à la paupérisation des burkinabés. En effet, entre 2000 et 2009, le PIB réel a progressé en moyenne de 5,2%/an et le PIB/tête de 2% (MEF, 2011). Face à ce constat, le gouvernement a décidé d'agir en appuyant sur les accélérateurs de la croissance économique. C'est dans ce contexte que la SCADD a été adoptée. Sa vision globale s'inscrit dans celle du CSLP et a été élaborée de la même manière à travers une démarche participative (agents de ministères, société civile, secteur privé, acteurs régionaux de développement, assemblé nationale, etc.). Les axes d'orientation et les objectifs de la SCADD sont résumés dans l'encadré n°4.

Encadré 4 :

L'objectif global de cette stratégie était de : « réaliser une croissance économique forte, soutenue et de qualité, génératrice d'effets multiplicateurs sur le niveau d'amélioration des revenus, la qualité de vie de la population et soucieuse du respect du principe de développement durable ». Il a été décliné en plusieurs sous-objectifs (visant l'atteinte des cibles des OMD) : réaliser un taux de croissance moyen du PIB réel de 10%, réduire l'extrême pauvreté et la faim, assurer l'éducation primaire pour tous, promouvoir l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes, réduire la mortalité des enfants de moins de 5 ans, améliorer la santé maternelle, combattre le SIDA, le paludisme et les autres maladies, et enfin assurer un environnement durable. Pour atteindre ces objectifs, quatre grands axes d'orientation ont été posés :

- Développer des piliers de la croissance accélérée
- Consolider le capital humain et promouvoir la protection sociale
- Renforcer la bonne gouvernance
- Prendre en compte les priorités transversales dans les stratégies de développement

Le premier axe fait du développement des pôles de croissance et de compétitivité l'un des principaux instruments de la politique économique pour accélérer la croissance et réduire la pauvreté. La logique économique des pôles de croissance considère les grands investisseurs privés comme le moteur de la croissance économique. Le périmètre irrigué de Bagré est le premier pôle de croissance économique du pays, en expérimentation depuis 2012. Ses résultats devraient servir de référence dans la mise en place d'autres agropoles en vue dans le pays à savoir le pôle de croissance de Samendéni et celui de Sourou.

En 2015, un nouveau président (Roch Marc Christian Kaboré) a été démocratiquement élu suite à une insurrection populaire en 2014 qui a renversé le président Blaise Compaoré en place depuis 1987. Le programme politique de référence en vigueur à partir de cette date est le « *Plan National de Développement Economique et Social, PNDES* ». Il a remplacé la SCADD et est devenu le référentiel des interventions de l'État pour la période 2016 - 2020. Cette politique vise à « transformer structurellement l'économie burkinabè, pour une croissance forte, durable, résiliente,

inclusive, créatrice d'emplois décents pour tous et induisant l'amélioration du bien-être social » et est déclinée en trois axes : réformer les institutions et moderniser l'administration, développer le capital humain, dynamiser les secteurs porteurs pour l'économie et les emplois (PNDES, 2016). Globalement, certains axes stratégiques des politiques précédentes ont été conservés comme le capital humain, la bonne gouvernance, etc. D'autres concepts comme la résilience des populations face aux changements climatiques ont été intégrés en objectifs cibles. L'accent est mis également sur les pôles de croissance déjà initiés dans le programme politique précédent afin d'accélérer leurs réalisations ainsi que celles des mini pôles agropastoraux.

Les tendances concernant la pauvreté et l'insécurité alimentaire se sont-elles inversées avec la mise en œuvre de la SCADD ? Les résultats obtenus semblent mitigés : la croissance économique réelle est maintenue à plus de 5% en moyenne/an entre 2010 et 2015 (2,3% pour le PIB/tête)[19]. Cependant, le taux de prévalence de la sous-alimentation est reparti à la hausse, soit de 16% en 2012 à 20% en 2014 (Figure 8). Dans l'ensemble, le phénomène est resté persistant ces dernières décennies. La tendance des burkinabés (en nombre absolu) touchés par l'insécurité alimentaire permanente est croissante depuis 1992 (Figure 8). Le nombre de sous-alimentés est passé de 2,4 millions d'habitants en moyenne en 1990/1992 à 3,7 millions en 2014/2016, soit une hausse de 55% en 24 ans (Figure 8). Le taux d'insécurité alimentaire permanente a seulement baissé de 7 points sur la même période (27% à 20%). En moyenne, entre 2014 et 2016, un burkinabé sur 5 souffrait d'insécurité alimentaire permanente. Malgré la progression continue de la production céréalière (4,5%/an entre 2010 et 2016), l'élimination de la prévalence de la faim reste un grand défi dans le pays. Ces résultats montrent surtout que même si la dimension disponibilité[20] de la sécurité alimentaire tend à être satisfaite par la hausse globale de la production céréalière (offre alimentaire) et la couverture des besoins, l'accessibilité à ces aliments par la population est loin d'être satisfaite. Ce qui met en évidence un problème d'accessibilité à la nourriture par les personnes pauvres soufrant de la faim. Il est sans doute lié en partie à la pauvreté persistante qui continue de frapper la population. Même si les céréales sont disponibles, seuls les plus nantis peuvent les acquérir sur le marché à travers l'achat alimentaire.

[19] Source : https://data.worldbank.org/country/burkina-faso

[20] Elle est définie comme la quantité de nourriture disponible pour la consommation humaine (FAO, 2010)

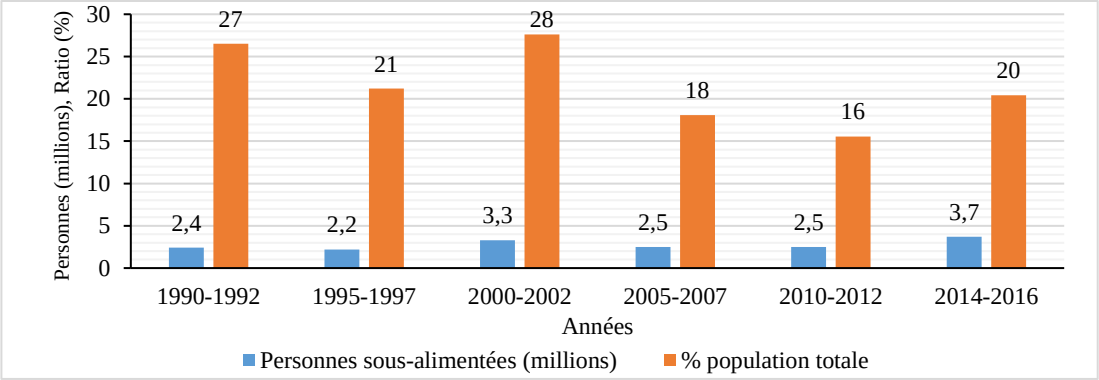


Figure 8 : Nombre de personnes sous-alimentées en millions d'habitants au Burkina Faso et leurs proportions par rapport à la population totale de 1992 à 2016 (les valeurs sont les moyennes des trois années).
Source des données : (FAO, 2016). Liens vers les données : http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=fr

Comme la sous-alimentation, la pauvreté de la population est persistante. Le taux de pauvreté a baissé d'environ 6,6 points entre 2009 et 2014 (Figure 9) : la réduction a été relativement plus élevée en milieu urbain (11,5 points) qu'en milieu rural (5,1 points). La pauvreté demeure cependant importante et est un phénomène rural. En 2014, elle concernait 40,1% des personnes au niveau national, près de la moitié en milieu rural (47,7%) et 13,7% en milieu urbain. La tendance globale sur la période de 20 ans, montre une situation stagnante. L'incidence de pauvreté n'a reculé que de 4,4 points, passant de 44,5% en 1994 à 40,1% en 2014, dont une légère augmentation jusqu'en 2009 (Figure 9). Pour l'année 2014, cela représentait plus de 7 millions de burkinabés pauvres dans le pays. Certaines zones administratives du pays affichent même des taux de pauvreté dépassant les 70% certaines années (INSD, 2018).

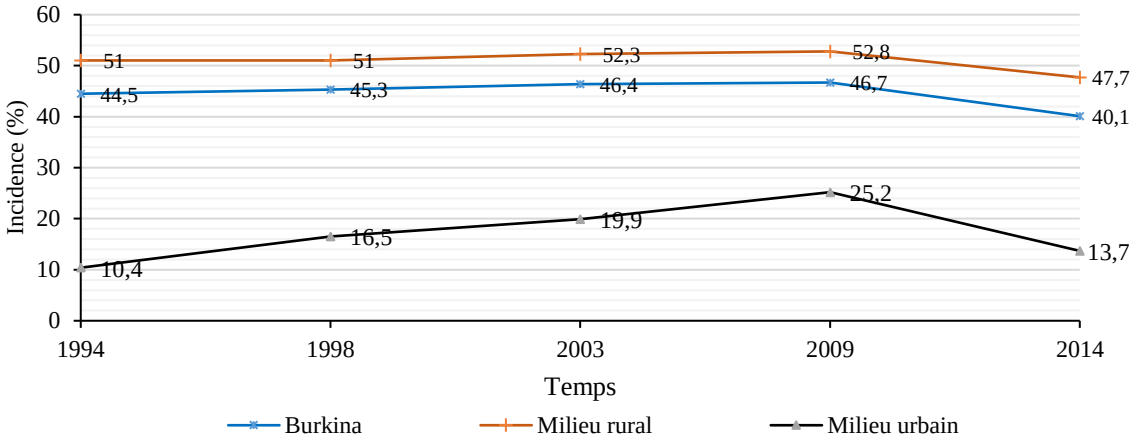


Figure 9 : Evolution de l'incidence de pauvreté au Burkina Faso de 1994 à 2014.
Sources des données : (INSD, 2000, 2018)

Ces résultats mitigés soulèvent globalement des interrogations sur l'efficacité des politiques publiques à lutter contre la pauvreté, l'insécurité alimentaire et la vulnérabilité des ménages. Par ailleurs, ce sont des résultats qui permettent d'avoir une vision sur l'évolution globale et au niveau ménage mais ils ne permettent pas de tirer des conclusions spécifiques en ce qui concerne la

pauvreté en zones irriguées et l'efficacité des stratégies de développement des systèmes irrigués (constructions de barrages et aménagements hydroagricoles).

4. Un impact peu significatif des politiques d'irrigation sur la pauvreté ?

Les politiques publiques ont permis d'augmenter le nombre de barrages et le volume de stockage d'eau. D'après les données répertoriées par la FAO, le nombre de barrages de plus d'un million de m3 d'eau est passé de 18 dans les années 1950 à 143 en fin 2010, soit une hausse huit fois supérieure à ce qu'il était à la veille de l'indépendance du pays (Figure 4). La capacité totale de stockage de ces ouvrages est estimée à 5,34 milliards de m3 d'eau. Parmi ces barrages, on dénombre 52 grands barrages[21], soit 36% des ouvrages hydrauliques recensés. Selon le ministère de l'agriculture, on dénombre 1450 barrages si l'on prend en compte les petites retenues d'eau (MAHRH, 2006). Cependant, comme souligné plus haut, la surface irriguée est toujours faible par rapport au potentiel irrigable, en raison de la faible progression des aménagements hydroagricoles. La part des surfaces irriguées reste très faible au regard du potentiel irrigable du pays (Tableau 12). La surface agricole potentiellement irrigable est estimée aujourd'hui à 233500 ha de terres, soit une part très marginale (3,83%) comparée à la surface totale cultivée (6,1 millions en 2011). Moins d'un quart de ce potentiel (23%) est équipé pour l'irrigation, soit 54275 ha. La céréaliculture occupe plus de la moitié de la surface irriguée (47%), mais seuls le riz et le maïs sont en irrigué et en sec. Le riz est la première spéculation irriguée en matière de surface. Plus de 15000 ha ont été emblavés en riziculture irriguée en 2011, soit 40% de la surface irriguée totale. Ensuite viennent les légumes (maraîchage) pour 27%, les racines et tubercules pour 10% ainsi que la canne à sucre (10%). Le maïs ne représente que seulement 7%. Les céréales représentent la base de l'alimentation des burkinabés mais leur production est toujours très dépendante de la pluie. En 2011, les céréales (riz, sorgho, maïs, mil, fonio) occupaient plus de 3,65 millions d'ha, dont seulement 0,5% est cultivé en irrigué et destiné au riz et au maïs. Ce qui implique que 99,5% de la surface céréalière était en sec. Pour le riz paddy, la part irriguée était de 13% par rapport à la surface totale en riz et pour le maïs, elle n'était que marginalement de 0,39%.

[21]Selon la commission internationale des grands barrages (ICOLD en anglais), sont classifiés de grands barrages, les ouvrages qui ont au minimum 15 m de hauteur à partir de la fondation ou qui ont une hauteur de 5 à 15 m et un volume de réservoir de plus de 3 millions de m3 (FAO, 2007).

Tableau 12 : Données sur les surfaces irriguées en 2011

	Unités	**Données**
Surface cultivée (terres arables + cultures permanentes)	ha	6100000
Surface irriguée	ha	54275
Potentiel irrigable	ha	233500
Surface irriguée en % du potentiel irrigable	%	23
Surface irriguée en % de la surface totale cultivée	%	0,890
Potentiel irrigable en % de la surface totale	%	3,83
Céréales		
Surface totale riz	ha	113278
Surface totale maïs	ha	698659
Surface totale céréales	ha	3658920
Surface riz irrigué en % surface totale riz	%	13
Surface maïs irrigué en % surface totale maïs	%	0,39
Surface céréales irriguées en % surface totale céréales	%	0,48
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale		
Superficie totale en cultures irriguées récoltées en 2011	Surface (ha)	%
Total reparti en :	**37652**	**100**
Riz	*15000*	*40*
Maïs	*2739*	*7*
Racines et tubercules	*3724*	*10*
Légumes	*10000*	*27*
Canne à sucre	*3900*	*10*
Autres	*2290*	*6*

Pour les cultures récoltées, voir le lien http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/BFA/indexfra.stm
Sources : (MAH, 2012a ; FAO, 2016)

La production provenant de l'agriculture irriguée s'est considérablement accrue ces dernières années. Elle est passée de 57000 tonnes en 2004 à 233000 tonnes en 2016, soit une hausse 4 fois supérieure (Tableau 13). Cependant, la part des céréales irriguées reste très insignifiante (5,10% en 2016). Pour le maïs irrigué, la part dans la production totale de maïs est marginale, soit 1,4% en 2016. En revanche, le développement de l'irrigation a plutôt été orienté vers la production du riz paddy. Le paddy irrigué représente aujourd'hui en moyenne 50% de la production rizicole totale. Cette part est quasiment restée stable, voire en légère baisse entre 2004 et 2016 où elle est passée de 67% à 55% (Tableau 13).

Tableau 13 : Production céréalière en milliers de tonnes et part de l'agriculture irriguée

	Production de céréales			Production de maïs			Production de riz		
	Total	Irrigué	Part de l'irrigué en %	Total	Irrigué	Part de l'irrigué en %	Total	Irrigué	Part de l'irrigué en %
2004	2637	57	2,15	481	6,7	1,39	75	50	67
2007	**3089**	57	1,84	534	12,4	2,33	69	44	64
2008	**4359**	113	2,60	1014	13,1	1,29	195	100	51
2011	**3666**	135	3,69	1077	21,9	2,03	241	113	47
2012	**4899**	175	3,57	1556	19,0	1,22	319	156	49
2016	4567	233	5,10	1603	22,6	1,41	385	210	55

Sources : http://countrystat.org/home.aspx?c=BFA&ta=233EPA01&tr=128; http://burkinafaso.opendataforafrica.org/

Cette orientation des politiques d'irrigation principalement vers la production du riz paddy est une réponse de l'État à la croissance de la demande nationale. La consommation du riz au Burkina Faso a plus que doublé en 14 ans passant de 266000 tonnes en 2003 à 749000 tonnes en 2016, soit une

hausse globale de 180% (Figure 7 C). Elle a crû de 8,27% par an en moyenne durant cette période. Les importations restent importantes (60% de la consommation) pour satisfaire la demande de la population. Cela engendre des sorties de devises importantes. En 2016, les importations s'élevaient à 480000 tonnes pour un montant équivalent en devises étrangères de 62 milliards de FCFA (INSD-CE, 2018). Ces résultats montrent surtout que le pays est loin de l'autosuffisance en riz. Par ailleurs, plusieurs constats montrent qu'il est primordial d'analyser la situation de pauvreté et d'insécurité alimentaire des ménages bénéficiaires des projets irrigués :

- La disponibilité en terres irriguées et la hausse de la production ne semblent pas avoir influencé la pauvreté dans certaines régions du Burkina Faso (Tableau 14). La Bouche du Mouhoun, considérée comme le grenier du pays est la première région en matière de surface irriguée emblavée, mais est paradoxalement celle ayant l'une des incidences de pauvreté les plus élevées (59,7% en 2014).
- Les modèles de pôles de croissance dont les perspectives de multiplication se poursuivent, ont une logique de développement qui pose problème car, le raisonnement se fait principalement sur le plan macroéconomique. Ils considèrent la hausse de la productivité et de la production agricole comme le moyen essentiel de la lutte contre l'insécurité alimentaire (Dagorn *et al.*, 2017). Cependant, les résultats analysés au niveau national montrent que cette hypothèse n'est pas vérifiée. Le Burkina Faso est autosuffisant en céréales traditionnelles mais 20% de la population est sous-alimentée. Les régions les plus productives (régions en italique) du pays ne sont pas toutes celles ayant les taux de pauvreté les plus faibles (Tableau 14).
- Les investissements publics de l'irrigation sont très coûteux. Comme mentionné dans les précédents paragraphes, l'aménagement d'un ha coûte en moyenne 7 à 10 millions de FCFA en grands périmètres, 6 à 7 millions de FCFA en périmètres moyens, 1,4 à 3,5 millions de FCFA pour les bas-fonds, et 0,5 à 1,8 million de FCFA en petite irrigation. Entre 2000 et 2011, les dépenses publiques pour l'irrigation au Burkina Faso s'élevaient à 543 milliards de FCFA (828 millions €), dont 72% pour les grands périmètres, 14% pour les bas-fonds et 14% pour la petite irrigation (Guiré, 2013).
- Enfin, les controverses et les résultats sont non tranchés sur la grande irrigation. L'impact des grands systèmes d'irrigation sur la lutte contre la pauvreté reste un débat non tranché.

Tableau 14 : Potentiel irrigable, surface irriguée emblavée et évolution de l'incidence de pauvreté par région

	Potentiel irrigable		Surface emblavée pour les 2 saisons		Pauvreté				
	Surface		Surface (ha)		Evolution de l'incidence de pauvreté (%)				
Régions	**ha**	**%**	**2009**	**2014**	**1994**	**1998**	**2003**	**2009**	**2014**
Centre	10390	4	789	1739	49,7	50,1	22,3	41,5	9,6
Centre-Ouest	*9860*	*4*	*1500*	*3525*	*54,1*	*48,4*	*41,3*	*39,1*	*51,6*
Centre-Nord	4860	2	1274	3009	48,9	60,2	34,0	57	47
Nord	3100	1	1692	2972	72,1	65,8	68,6	57,4	70,4
Boucle du Mouhoun	*29140*	*12*	*6992*	*12991*	-	-	*60,4*	*42,3*	*59,7*
Centre-Est	33830	14	6322	8533	47,1	54,8	55,1	62,1	36,1
Comoé/Cascades	*13620*	*6*	*4125*	*5854*			*39,1*	*48,1*	*22,6*
Hauts-Bassins	*25255*	*11*	*5721*	*8717*		*34,8*	*64,6*	*34,4*	*34,8*
Sud-Ouest	*96100*	*41*	*1399*	*2706*	*44,8*	*47,2*	*56,6*	*42,7*	*41,5*
Est	6150	3	2005	4589	56,5	48,3	40,9	51,8	50,1
Sahel	1195	1	432	926	50,1	42,7	37,2	27,6	20,6
Centre-Sud	-		*2284*	*3236*			*66,1*	*49,1*	*40,5*
Plateau Central	-		*1496*	*3549*			*58,6*	*28,3*	*45,2*

Sources : (INSD, 2000, 2018 ; MAHRH, 2006, 2011 ; MARHASA, 2015)

5. Conclusion

Ce chapitre avait pour objectif de présenter le contexte économique général du Burkina Faso, d'exposer la dynamique des politiques publiques et les options prises en faveur de l'irrigation, ainsi que les résultats de ces politiques. Plusieurs stratégies ont été mises en place depuis l'indépendance politique pour sortir le pays du sous-développement. De 1960 jusqu'à la fin des années 1980, la planification à travers la mise en place de projets a été l'instrument de développement utilisé par l'État pour intervenir dans l'économie. Les années 1990 ont été marquées par l'application de réformes structurelles (PAS) imposées par le FMI et la Banque Mondiale, que le pays avait refusées une décennie plus tôt en raison de l'avènement d'un gouvernement révolutionnaire. L'échec de ces réformes sur la réduction de la pauvreté a conduit à l'adoption au début des années 2000, de politiques économiques axées sur la croissance accélérée et la réduction de la pauvreté. L'une des priorités de ces politiques était le développement de l'irrigation, notamment via la mise en place de pôles de croissance économique.

Ces stratégies ont permis d'augmenter la production agricole, de rendre le pays autosuffisant en céréales traditionnelles, de réduire sa dépendance aux importations du riz, et d'avoir une croissance économique remarquable. Cependant, malgré cette progression des indicateurs macroéconomiques, une partie de la population souffre d'une pauvreté persistance et d'une insécurité alimentaire permanente en raison notamment d'une croissance économique peu inclusive. Ces résultats mitigés au niveau microéconomique soulèvent des questionnements sur l'efficacité des stratégies publiques en général et en particulier celles des politiques irriguées, à lutter contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire des populations. Le prochain chapitre sera consacré à la présentation du cadre

conceptuel adopté pour répondre à la problématique de l'impact de la grande irrigation sur la pauvreté, l'insécurité alimentaire et la vulnérabilité des populations bénéficiaires.

Chapitre 3. Cadre conceptuel d'analyse des moyens d'existence et méthodologie générale des recherches et de collectes des données de terrain

1. Introduction

Ce chapitre vise à présenter le cadre d'analyse mobilisé pour mener les recherches dans cette thèse ; et à décrire la méthodologie générale adoptée pour collecter les données de terrain et analyser la pauvreté, l'insécurité alimentaire et la vulnérabilité des ménages agricoles de la zone. La démarche de recherche s'appuie sur une approche pluridisciplinaire (agronomie, économie, sociologie) et systémique de la situation des acteurs étudiés, en mobilisant principalement le cadre d'analyse des moyens d'existence. Suivant ce cadre, l'accès du ménage aux ressources est analysé, ainsi que les stratégies qu'il adopte pour satisfaire ses besoins essentiels (Scoones, 1998 ; Bebbington, 1999). Cette analyse est réalisée à travers des enquêtes ménages quantitatives et qualitatives, et des ateliers participatifs de focus groupes permettant d'établir un diagnostic socioéconomique co-construit. Les besoins essentiels analysés ici sont ceux monétaires (pauvreté monétaire) et ceux alimentaires (approche CILSS). Pour analyser la vulnérabilité, nous avons listé les aléas auxquels sont confrontées les ressources mobilisées, leurs probabilités d'occurrence et la part des ressources soumise à chaque risque, permettant ainsi de définir le degré d'exposition du ménage et sa vulnérabilité à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire. Ces aléas ont été caractérisés en combinant une analyse basée sur la perception des ménages, recueillie à travers l'organisation des ateliers participatifs, et une analyse basée sur une revue documentaire et la collecte de données historiques. Enfin, la thèse mobilise le concept des systèmes d'innovation (van Mierlo *et al.*, 2010b), pour identifier les facteurs à l'origine des problèmes d'écoulement du riz paddy, considérés comme le plus important risque dans la zone, et les solutions d'amélioration de la situation. Cette analyse s'appuie sur l'organisation d'un atelier multi-acteurs de la filière riz. La suite du chapitre est divisée en trois parties. La deuxième partie est consacrée à la présentation du cadre d'analyse des moyens d'existence et les concepts associés. La troisième partie est dédiée à une description détaillée des différentes étapes de la méthodologie générale des recherches. La dernière partie conclut le chapitre.

2. Cadre conceptuel des moyens d'existence

Pour analyser comment la vulnérabilité, la pauvreté et l'insécurité alimentaire des ménages sont impactées par le périmètre irrigué, plusieurs échelles sont impliquées. Les recherches sont menées au niveau du ménage (unité d'analyse), tout en prenant en compte son environnement externe, notamment dans l'analyse des risques et de la vulnérabilité. Cela suppose de s'intéresser à d'autres

échelles d'analyse à savoir le local et le national. De même, plusieurs disciplines sont impliquées, parce que les analyses s'intéressent aux rapports sociaux, aux rapports économiques et aussi aux systèmes de production agricole. Pour une démarche pluridisciplinaire (sociologie, économie, agronomie) et multiniveau, nous mobilisons principalement le « cadre conceptuel d'analyse des moyens d'existence ». D'autres concepts sont aussi mobilisés à travers ce cadre principal afin de répondre aux différentes questions et hypothèses posées dans la thèse. Ce sont le concept de pauvreté monétaire, l'approche CILSS de la sécurité alimentaire, les concepts de vulnérabilité à la pauvreté et à l'insécurité alimentaire et le concept de système d'innovation.

2.1. Concepts et définitions des moyens d'existence

Popularisé dans les années 1980 par la WCED[22] (Devereux *et al.*, 2004), le concept de moyens d'existence occupe une place centrale dans le débat sur le développement et l'éradication de la pauvreté des populations en milieu rural (Scoones, 1998). Il a émergé d'une volonté des institutions de développement, d'orienter leurs stratégies vers l'objectif premier d'élimination de la pauvreté dans le monde (Ashley et Carney, 1999). Parmi les pionniers de ce concept, il y a notamment Robert Chambers et Gordon Conway de l'IDS (Institute of Development Studies, UK). Dans l'une des premières définitions, Chambers (1986) considèrerait les moyens d'existence comme « un niveau de richesse et de stocks et des flux de nourriture et d'argent, qui assurent le bien-être physique et social. Cela inclut la sécurité contre la maladie, la mort prématurée et l'appauvrissement ». Cependant, c'est dans la décennie suivante que la mobilisation de l'approche a pris de l'ampleur (grâce à son adoption par DFID, UNDP, WFP, CARE, etc.)[23], pour devenir un cadre dominant dans l'analyse de la pauvreté et de l'insécurité alimentaire (Devereux *et al.*, 2004). D'autres définitions plus abouties ont été proposées par la suite, afin de prendre en compte, les notions de capabilité et de vulnérabilité. Pour Chambers et Conway (1992), « un moyen d'existence comprend les personnes, leurs capabilités et leurs moyens de subsistance, y compris la nourriture, le revenu et les actifs ». Ces moyens d'existence sont dits durables lorsqu'ils permettent de faire face et de se remettre des chocs et stress sans détruire la base des ressources naturelles (Scoones, 1998 ; DFID, 1999). Ceux qui sont incapables de résister aux chocs ponctuels ou de s'adapter aux changements de long terme sont qualifiés de vulnérables (Scoones, 1998). Selon Bebbington (1999), l'analyse des moyens d'existence revient à s'intéresser à la façon dont des populations accèdent aux ressources et leurs capacités à les transformer afin de satisfaire leurs besoins. Dans cette thèse, nous adoptons la définition proposée par Ellis (2000a) : les moyens d'existence regroupent les dotations

[22] World Commission on Environment and Development

[23] DFID (Department for International Development), UNDP (United Nations Development Program), WFP (World Food Program), CARE (Care International).

en capitaux (naturel, physique, humain, financier et social), les activités (agricoles et non agricoles), et l'accès à ceux-ci (par l'intermédiaire des institutions et des relations sociales), qui ensemble, déterminent le niveau de vie de l'individu ou du ménage.

Le concept de moyens d'existence est adopté à plusieurs égards, tels un cadre d'analyse, un objectif à atteindre, un projet/programme, une approche de développement (Ashley et Carney, 1999). Dans cette thèse, nous le mobilisons comme un cadre d'analyse (Young *et al.*, 2001 ; Hesselberg et Yaro, 2006 ; Babulo *et al.*, 2008 ; Iiyama *et al.*, 2008), pour comprendre comment les ménages de la zone d'étude accèdent aux ressources et satisfont leurs besoins de survie. En appliquant cette approche, cela nous permet d'intégrer une dimension multiple de la pauvreté (Ashley et Carney, 1999 ; DFID, 1999). L'approche est aussi holistique et désagrégeable (Devereux *et al.*, 2004), parce qu'elle est applicable à l'échelle nationale, régionale, locale, ménage et individuelle (Scoones, 1998). Enfin, les besoins essentiels que nous analysons ici (pauvreté et insécurité alimentaire), ne sont d'autres que des résultats du processus de moyens d'existence (Scoones, 1998 ; DFID, 1999 ; Ellis, 2000a).

- *Présentation du cadre général*

Le cadre des moyens d'existence est une représentation systémique de la situation des ménages étudiés (Figure 10). Il considère ces ménages comme vivant dans un contexte de vulnérabilité (DFID, 1999). Chacun a accès à une dotation en ressources qui peut être classée en 5 types de capitaux (humain, naturel, financier, physique et social). En fonction de cette dotation et compte tenu de l'environnement institutionnel (lois, processus politique, cultures, gouvernance, ...), dans lequel ces ménages opèrent, ils adoptent diverses stratégies (intensification, extensification, diversification, migration), dans le but de satisfaire leurs besoins monétaires et alimentaires, améliorer leur niveau de bien-être et réduire leur vulnérabilité aux chocs (résultats de subsistance). En plus du processus institutionnel, ils font face aussi à des chocs, tendances et saisonnalité qui peuvent entraver leurs atteintes des résultats souhaités de moyens de subsistance.

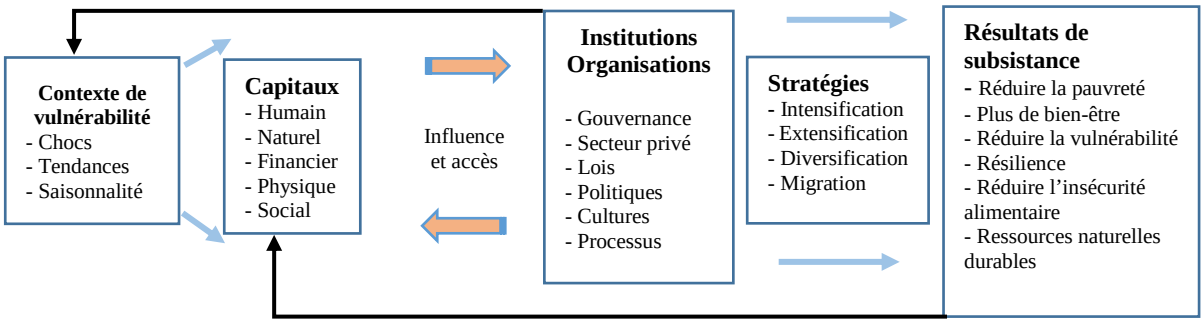


Figure 10 : Cadre d'analyse des moyens d'existence durables
Sources : extrait de (Scoones, 1998 ; DFID, 1999)

Cinq éléments clés permettent de comprendre les liens qui existent à l'intérieur du cadre d'analyse des moyens d'existence (Carloni et Crowley, 2005). Ce sont les dotations des ménages aux différents types de capitaux, les stratégies adoptées et les activités menées, le processus institutionnel, les résultats de subsistance et le contexte de vulnérabilité.

2.2. Capitaux nécessaires à la subsistance

L'approche par les moyens d'existence s'intéresse d'abord à l'accès du ménage aux ressources disponibles dans la zone. Ces ressources sont couramment regroupées en 5 types « asset pentagon » et peuvent être définies selon DFID (1999) et Scoones (1998) comme suit :

Capital humain : regroupe les capacités intellectuelles (savoirs, compétences), la bonne santé, la capacité à travailler et la capacité physique ; qui mobilisées ensemble, permettent par exemple à un individu de poursuivre ses stratégies et objectifs de subsistance (satisfaction des besoins monétaires et alimentaires, réduction de la vulnérabilité). Son estimation à l'échelle du ménage prend en compte le nombre de personnes qui le composent, le nombre de travailleurs disponibles, leurs niveaux de compétence, etc. La qualité du capital humain peut par exemple être déterminante dans l'accès à des activités non agricoles mieux payées, permettant ainsi d'améliorer le revenu du ménage. De même, sa quantité est importante parce qu'elle détermine la force de travail disponible lors des pics de travaux champêtres.

Capital naturel : désigne les stocks de ressources naturelles et de services environnementaux à partir desquels proviennent les ressources de subsistance des populations. Ce sont par exemple la terre et les sols, l'eau, les ressources forestières, la qualité de l'air, la biodiversité, etc. Le niveau du capital naturel, notamment la terre est la base des activités agricoles. Plus le ménage en sera doté, plus cela pourrait générer des revenus plus importants, qui en retour, peuvent servir à développer ou à financer des besoins dans d'autres activités.

Capital physique : désigne les infrastructures de base (environnement physique) et les biens de production requis pour entretenir les moyens de subsistance. Ce sont les dotations propres du ménage (outils, équipements de production, animaux de trait) et les infrastructures à usage commun (routes, communication, radio, etc.) (de Sherbinin *et al.*, 2008).

Capital financier : représente l'ensemble des ressources financières mobilisées pour poursuivre les objectifs de subsistance. Ce sont le stock d'épargne disponible composé de l'épargne monétaire et de l'épargne convertible (animaux, bijoux), les possibilités d'obtention de crédit et les rentrées régulières d'argent (pensions, transferts réguliers et autres).

Capital social : représente l'ensemble des relations sociales du ménage, lui permettant de poursuivre ses objectifs de subsistance. Ces relations peuvent être l'appartenance à des organisations sociales, les connaissances, les relations de confiance, les connaissances des autorités, etc.

2.3. Stratégies des moyens d'existence, activités et institutions

Pour Ellis (2000a), le revenu du ménage est le résultat du processus des moyens d'existence. C'est-à-dire que les ressources dont dispose le ménage lui permettent de s'engager dans plusieurs activités lui permettant de générer un revenu nécessaire à la satisfaction de ses besoins de survie. Ce revenu provient de 3 grandes sources ou activités distinctes (Ellis, 1998, 2000a) : *l'agriculture* qui est composée du revenu provenant de l'élevage et celui provenant de la production agricole en nature (autoconsommation) et en valeur (vente des récoltes). Les *emplois extra-fermes* qui représentent le revenu provenant des paiements (espèces ou en nature) obtenus par le ménage pour service ou travail effectué dans une exploitation agricole autre que la sienne. Les *activités non agricoles*, qui regroupent tous les revenus en dehors du secteur agricole (commerce, artisanat, etc.). Ces activités développées par le ménage, découlent des stratégies dans lesquelles sont engagés les différents membres de la famille. Ce sont l'intensification agricole, la diversification des moyens d'existence et la migration vers d'autres zones à la recherche de vie meilleure.

Intensification agricole : elle se réfère à « la hausse en moyenne des intrants de travail ou de capital sur une petite exploitation, soit sur des terres cultivées seules, soit sur des terres cultivées et des pâturages, dans le but d'augmenter la valeur de la production par hectare » (Tiffen *et al.*, 1994). Une augmentation de la production agricole pourrait être à la fois bénéfique pour l'amélioration des moyens d'existence, mais aussi compromettant pour la durabilité de ceux-ci, en raison de ses effets sur l'environnement et l'écologie (Carswell, 1997). Le surplus dégagé peut servir à investir dans d'autres activités et d'autres ressources afin d'accroître le stock de base des capitaux du ménage.

Diversification : « c'est le processus par lequel, les familles rurales construisent un portefeuille diversifié d'activités et de capacités de soutien social afin de survivre et d'améliorer leur niveau de vie » (Ellis, 1998). Les stratégies de diversification des moyens d'existence, poursuivies par les ménages, peuvent être « voulues », ou « contraintes » par notamment des évènements tels que, par exemple les chocs exogènes (Scoones, 1998 ; Ellis, 2000b). La diversification peut avoir des impacts positifs ou négatifs (Ellis, 1999, 2000b), qui sont selon l'auteur les suivant : elle est perçue comme une stratégie ex ante de minimisation des risques. En diversifiant ses sources de revenu, le ménage évite de tout perdre en cas de chocs sur ses moyens de subsistance. La diversification permet également de lisser sa consommation et son revenu face aux variations saisonnières. L'argent généré des autres activités peut servir à combler par exemple les périodes de soudure. De même, le ménage peut utiliser cet argent pour investir dans d'autres capitaux (éducation, achats

d'équipements, etc.), afin d'augmenter sa dotation en ressources. En revanche, elle peut aussi contribuer à creuser les inégalités de revenus entre riches et pauvres. En général, les plus pauvres s'engagent dans des activités moins rémunératrices que les plus riches. Enfin, diversifier ses activités, suppose souvent de migrer vers d'autres contrées pour occuper un emploi, ce qui pourrait être une force de travail en moins pour les familles, surtout pendant les pics de travaux champêtres.

Migration : c'est l'une des principales stratégies de diversification des moyens d'existence des ménages (Hussein et Nelson, 1998). La contribution de la migration sur l'accroissement des moyens de subsistance est complexe et dépend des différents contextes (McDowell et de Haan, 1997). Comme souligné dans le paragraphe précédent, le ménage perd de la main d'œuvre lorsqu'un membre émigre, mais l'argent envoyé par ce dernier constitue une source supplémentaire de revenu pour la famille. Ces transferts peuvent servir à l'amélioration des conditions de vie de ceux qui sont restés sur place dans la région d'origine.

Les stratégies de subsistance, ainsi que l'accès aux ressources sont influencés par le processus institutionnel et organisationnel qui prévaut dans le pays et dans la zone. En terme simple, on attend par institutions, l'ensemble des règles, régulations, normes formelles et informelles (Nederlof et Pyburn, 2012). L'analyse de ces institutions permet d'identifier d'une part les opportunités qui favorisent, et d'autres les facteurs qui entravent, l'atteinte des résultats de subsistance durable souhaités par la population (Scoones, 1998).

2.4. Résultats de subsistance

Les capitaux mobilisés et les stratégies adoptées compte tenu des contraintes permettent au ménage de satisfaire ses besoins de subsistance. Plusieurs résultats de moyens d'existence peuvent être analysés (Figure 10). Ceux qui nous intéressent dans cette thèse sont la satisfaction des besoins monétaires (pauvreté), des besoins alimentaires (insécurité alimentaire) et la vulnérabilité.

2.4.1. Concept de pauvreté monétaire

L'évaluation de la pauvreté est centrale dans l'analyse des moyens d'existence (Scoones, 1998, 2015). C'est le premier indicateur de résultat de processus de subsistance que nous évaluons dans cette thèse. En raison de son caractère multidimensionnel, les approches théoriques de mesure de la pauvreté sont aussi multiples et complexes (Philip et Rayhan, 2004). Nous pouvons citer entre autres[24], l'approche monétaire et l'approche par les capabilités. Selon la conception monétaire, la pauvreté se réfère à une situation où une ou plusieurs personnes ont un accès insuffisant au bien-

[24] Cette liste est non exhaustive, car il existe d'autres approches comme le concept d'exclusion sociale, les méthodes participatives, etc. (Laderchi *et al.*, 2003).

être matériel considéré comme le minimum requis, selon les normes de la société dans laquelle elles vivent (Ravallion, 1992). Elle peut être absolue (manque d'accès aux besoins essentiels), ou relative (insuffisance d'accès au niveau de ressources acceptables dans la société) (IPTRID, 1999). Cette approche est en adéquation avec la théorie microéconomique du comportement du consommateur dont l'objectif recherché par celui-ci est la maximisation de son utilité (Laderchi *et al.*, 2003). Dans ce cas, le minimum requis ou le seuil de pauvreté est le coût monétaire permettant d'atteindre un niveau donné d'utilité selon les prix et caractéristiques du ménage (Ravallion, 1998). L'approche par les capabilités est multidimensionnelle. Popularisée par Sen dans les années 1980, cette approche met l'accent sur ce que les personnes sont capables de faire et d'être (Hick, 2012). Elle voit la vie comme une combinaison de divers actes et êtres, dont la qualité devrait être évaluée en fonction de la capacité des personnes à accomplir des fonctions utiles (Sen, 1993). La pauvreté est définie dans cette approche comme l'insuffisance d'accès à un minimum de capabilités basiques (Laderchi *et al.*, 2003 ; Hick, 2012). Ces capabilités peuvent être élémentaires (être bien nourri, être en bonne santé, etc.) ou complexes (le respect de soi, être bien intégré socialement) (Sen, 1993).

Dans cette thèse, nous mobilisons uniquement l'approche monétaire pour calculer les indicateurs de pauvreté, car notre cadre d'analyse choisi est aussi une façon d'appréhender la dimension multiple de la pauvreté (ressources, capital social). Cette approche est la plus couramment appliquée pour évaluer la situation de pauvreté des populations (Laderchi *et al.*, 2003 ; UN, 2018). Elle consiste à définir une ligne de pauvreté à partir de laquelle, on pourra classer la population entre les pauvres et les non pauvres (Coudouel *et al.*, 2002). Le seuil de pauvreté peut être défini « comme le coût monétaire pour une personne donnée, en un lieu et à un moment donnés, d'un niveau de référence de bien-être » (Ravallion, 1998). Il est soit absolu ou relatif. Le seuil absolu de pauvreté se réfère à la valeur des ressources procurant un niveau minimum de bien-être alors que celui relatif se réfère au niveau moyen de bien-être dans la société (UN, 2018). L'estimation du seuil de pauvreté peut se faire de façon objective ou subjective. Dans l'approche objective, Ravallion (1998) a proposé 2 méthodes d'estimation : la méthode de l'apport énergétique alimentaire qui consiste à estimer le montant total des dépenses de consommation ou du niveau de revenu à partir duquel l'apport énergétique couvre les besoins standards. La méthode des coûts des besoins de base qui intègre une composante alimentaire et une composante non alimentaire. Dans ce dernier cas, le seuil de pauvreté est défini comme le montant monétaire total pour satisfaire les besoins de base alimentaires et non alimentaires (Adger, 1999). L'approche subjective est basée sur la réponse donnée par les ménages à la « question du revenu minimum » (Kapteyn *et al.*, 1988 ; Stanovnik, 1992) : quel est le niveau de revenu en dessous duquel, vous ne pourriez pas satisfaire vos besoins de base ? Enfin, pour définir les ménages pauvres et non pauvres, leurs revenus ou dépenses de consommation sont comparés à la ligne de pauvreté estimée.

2.4.2. Approche CILSS de la sécurité alimentaire

La satisfaction des besoins de sécurité alimentaire est le deuxième indicateur de résultat analysé dans cette thèse. C'est un concept multidimensionnel, dont la définition a évolué considérablement depuis les années 1970. Nous présentons d'abord un bref historique du concept de sécurité alimentaire, avant de décrire l'approche d'évaluation choisie dans cette thèse.

L'accès à l'alimentation est reconnu comme un droit universel par les Nations Unies depuis 1948, dans l'article 25[25] de la déclaration universelle des droits de l'homme (UN, 1948), mais la sécurité alimentaire comme concept date des années 70 (FAO, 2003). Le sommet mondial sur l'alimentation organisé en 1974 pour répondre à la crise alimentaire de l'époque, considérait la sécurité alimentaire comme « la disponibilité à tout moment d'une offre alimentaire mondiale suffisante en denrées de base pour soutenir une expansion régulière de la consommation alimentaire et pour compenser les fluctuations de la production et des prix » (UN, 1975 cité par (FAO, 2003). L'approche privilégiait alors, la dimension disponibilité et la stabilité alimentaire à l'échelle nationale et globale (Maxwell, 1996 ; Mechlem, 2004)[26]. Cette vision globale basée sur la disponibilité et la stabilité a été vite reconnue comme insuffisante pour assurer l'accès des ménages à la nourriture (Jones *et al.*, 2013). Dès la décennie suivante, les travaux de Sen (1981) sur les droits d'accès à l'alimentation ont permis de montrer que la disponibilité de la nourriture ne garantit pas nécessairement une accessibilité de celle-ci par l'ensemble de la population. Selon Sen, le droit d'accès des personnes se réfère à leurs capacités à accéder à un ensemble de biens, dont par exemple la nourriture, à travers les moyens légaux disponibles dans la société, notamment par sa propre production, par les échanges (vendre certains produits pour en acquérir d'autres), etc. Dès lors, une personne peut souffrir d'insécurité alimentaire non pas parce qu'il n'y a pas de nourriture disponible dans la société, mais parce que ses droits d'accès se sont effondrés. Cette dimension accessibilité a été intégrée dès les années suivantes dans les nouvelles définitions de la sécurité alimentaire, comme par exemple celle proposée en 1986 par la Banque Mondiale : « l'accès par tous, en tout temps, à une alimentation suffisante pour mener une vie saine et active …. L'insécurité alimentaire en revanche, est le manque d'accès à une nourriture suffisante» (World Bank, 1986)[27].

[25] Cet article stipule que « toute personne a droit à un niveau de vie suffisant pour assurer sa santé, son bien-être et ceux de sa famille, notamment pour l'alimentation, l'habillement, le logement, les soins médicaux ainsi que pour les services sociaux nécessaires; elle a droit à la sécurité en cas de chômage, de maladie, d'invalidité, de veuvage, de vieillesse ou dans les autres cas de perte de ses moyens de subsistance par suite de circonstances indépendantes de sa volonté »(UN, 1948).

[26] Le sommet en appelait ainsi dans sa déclaration finale à l'accroissement de la production agricole et à l'amélioration de sa distribution à l'intérieur des États et aussi entre les États eux-mêmes (UN, 1975).

[27] Ce rapport de la Banque a permis également de considérer les notions d'insécurité alimentaire chronique (régime alimentaire permanemment inadéquat dû au manque d'accès) et d'insécurité alimentaire transitoire qui est liée à un manque temporaire d'accès à la nourriture résultant d'une instabilité des prix et de la production.

La définition de la sécurité alimentaire a été révisée au milieu des années 1990 afin d'introduire la dimension utilisation (distribution de la nourriture au sein du ménage, sa qualité nutritionnelle, etc.) (Jones *et al.*, 2013). Cela a conduit la FAO à adopter une nouvelle définition au sommet mondial sur l'alimentation de 1996 : « La sécurité alimentaire existe lorsque tous les êtres humains ont à tout moment, un accès physique et économique à une nourriture suffisante, saine et nutritive pour satisfaire leurs besoins alimentaires et leurs préférences alimentaires pour mener une vie saine et active » (FAO, 1996). Elle reste aujourd'hui la définition la plus employée (Jones *et al.*, 2013). Quatre dimensions découlent de cette définition (FAO, 2006, 2018, 2019) :

- Disponibilité : disponibilités effectives ou potentielles en qualité et en quantité suffisantes de la nourriture. Elle englobe la production, les stocks et aides alimentaires et les importations.
- Accessibilité : accès suffisant par les personnes à la nourriture pour satisfaire les besoins alimentaires requis.
- Utilisation : Consommation de nourriture adéquate, apportant les calories et nutriments nécessaires au maintien de la bonne santé physiologique.
- Stabilité : l'ensemble du système alimentaire est stable. Il s'agit de veiller à ce que l'accès des populations à la nourriture requise ne soit pas affecté par des chocs ou évènements cycliques.

Selon cette définition, on parlera d'insécurité alimentaire, lorsqu'il y a une « absence d'un accès sûr à une quantité suffisante d'aliments salubres et nutritifs propres à une croissance et à un développement normaux ainsi qu'à une vie saine » (FAO, 2018). La sécurité alimentaire se distingue de la sécurité nutritionnelle qui se réfère à l'accès à une alimentation nutritive appropriée et à un environnement sanitaire adéquat (FAO, 2018, 2019).

Plusieurs approches et indicateurs ont été développés pour mesurer la sécurité alimentaire. On distingue entre autres l'indicateur FAO de la sous-alimentation, l'indice global de la faim, l'indice global de sécurité alimentaire, l'indice de pauvreté et de faim, les scores de diversité alimentaire, les indicateurs anthropométriques, etc. (voir des revues détaillées de ces indicateurs dans (Jones *et al.*, 2013 ; Pangaribowo *et al.*, 2013 ; Zidouemba, 2014)), l'indice de disponibilité alimentaire, développé récemment (Hengsdijk *et al.*, 2014 ; Frelat *et al.*, 2016 ; Ritzema *et al.*, 2017 ; Paul *et al.*, 2018 ; Lopez-Ridaura *et al.*, 2018). Nous mobilisons dans cette thèse, l'approche céréalière et énergétique du Comité Inter-État de Lutte contre la Sécheresse au Sahel (CILSS). Elle paraît plus pertinente pour la zone étudiée car elle s'insère dans le contexte local du pays.

- *Présentation de l'approche*

L'approche CILSS (2004) consiste à estimer les normes de consommation alimentaire des individus à partir des normes nutritionnelles du régime alimentaire, évaluées en cal/adulte par jour.

Considérons Y, l'apport énergétique moyen (en cal/personne/jour) d'un pays calculé suivant ses bilans alimentaires, X_i $(i = 1, \dots n)$ les quantités en kg du panier des aliments consommés par la population, et A_i les calories apportées par les quantités consommées :

$$Y = \sum_{i=1}^{n} A_i$$

Soit B la norme énergétique en calories définie par la FAO pour chaque pays (B= 2200 cal/personne/jour pour le Burkina Faso), $\alpha_{i=} A_i/Y$, le poids des calories apportées pour chaque aliment i dans le bilan alimentaire et $\delta_i = X_i/A_i$ le rendement énergétique des aliments (cal/kg). Les normes de consommation pour chaque pays s'écrivent comme suit :

$B_i = B * \alpha_i$ est la norme énergétique en cal/personne/jour de l'aliment i que chaque personne adulte du pays doit consommer pour satisfaire ses besoins.

$Q_i = B * \alpha_i * \delta_i$ est la norme en kg de l'aliment i que doit consommer en moyenne une personne pour satisfaire ses besoins. Elle est ramenée en kg/personne/an en multipliant par le nombre de jours dans l'année.

Cette approche permet de définir des normes de consommation pour chaque catégorie d'aliments (céréales, oléagineux, viande, etc.) permettant ainsi d'évaluer la sécurité alimentaire de chaque individu par rapport à la satisfaction de ces différentes références. Les normes estimées pour le Burkina Faso sont résumées dans le Tableau 15. Par exemple pour les céréales, le seuil de sécurité alimentaire est de 203 kg/adulte/an.

Tableau 15: Normes de consommation de sécurité alimentaire par catégorie d'aliments (Burkina Faso)

	B_i	Q_i
	Cal/personne/jour	Kg/personne/an
Céréales	**1664**	**203**
Céréales traditionnelles	1514	186
Riz	114	12
Blé	36	5
Non céréalière	**536**	**145**
Légumineuses, huiles, tubercules	323	27
Fruits et légumes	21	26
Boissons et sucre	84	58
Epices et autres	5	1
Produits animaux	103	33
Total	**2200**	**348**

Source : (CILSS, 2004)

2.5. Concepts de vulnérabilité

La vulnérabilité est un concept multidimensionnel et complexe à évaluer (Eakin et Bojórquez-Tapia, 2008). Elle englobe plusieurs disciplines que sont l'économie, l'anthropologie, la sociologie, la gestion des catastrophes, les sciences environnementales et écologiques, les sciences de la santé

et de la nutrition (Alwang *et al.*, 2001). En référence à cette multidisciplinarité, de nombreuses terminologies du concept sont employées dans la littérature à savoir la vulnérabilité à la famine et à l'insécurité alimentaire, aux aléas naturels, au changement climatique, à la pauvreté, et la vulnérabilité des systèmes socio-écologiques (Adger, 2006). Dans le champ des systèmes socio-écologiques, la vulnérabilité peut être définie selon Turner et al. (2003), comme « le degré par lequel un système, un sous-système ou un composant du système est susceptible de subir des dommages en raison de l'exposition à un danger, qu'il s'agisse d'une perturbation ou d'un facteur de stress ». Pour Adger (1999), la vulnérabilité sociale (aux changements climatiques) est l'exposition des personnes ou des groupes de personnes au stress sur les moyens d'existence résultant des impacts liés à de tels changements. Cette définition de l'auteur a évolué en 2006, où il a intégré la notion d'adaptation : la vulnérabilité se réfère à la susceptibilité de subir des dommages causés par les changements environnementaux et sociaux, sans une capacité d'adaptation (Adger, 2006).

Dans le champ économique, la littérature sur les moyens d'existence durables intègre dans l'analyse, les chocs, les tendances et les saisonnalités qui sont susceptibles d'entraver l'atteinte des résultats de subsistance souhaités (réduction de la pauvreté, de l'insécurité alimentaire, etc.). Cette partie du cadre d'analyse (Figure 10) nous permet donc d'appréhender la vulnérabilité des ménages étudiés. Nous nous intéressons ici aux vulnérabilités à la pauvreté et à l'insécurité alimentaire.

2.5.1. Concepts de vulnérabilités à la pauvreté et à la famine

Watts et Bohle (1993), considéraient les personnes vulnérables à la faim comme « celles qui risquent de ne plus avoir accès à la nourriture dont elles ont besoin pour mener une vie saine ». La notion de vulnérabilité à la famine tire son origine des travaux d'Amartya Sen (1981) sur la pauvreté et la famine. En s'appuyant sur cette théorie, Swift (1989) développe l'un des premiers cadres d'analyse de la vulnérabilité. Pour lui, le risque de tomber dans la famine est lié directement à 3 facteurs (déficit de production, termes de l'échange, stock d'actifs), induits par d'autres facteurs indirects résultant du contexte écologique, économique et politique : sur le plan de la production, la vulnérabilité découle d'une perte des récoltes induite par une sécheresse, une peste, des inondations. Sur les termes de l'échange, l'explication de la vulnérabilité s'appuie sur la théorie de Sen (1981), qui a montré que même dans une situation de disponibilité alimentaire, des personnes peuvent souffrir de faim, en raison d'une dépréciation de leurs dotations. Celles qui vendent par exemple du travail, du bétail ou d'autres produits agricoles, pour acquérir en échange des produits de base, peuvent basculer dans la faim lorsqu'il y a une inflation du prix de ces produits, rendant ainsi leurs termes de l'échange défavorables. Enfin sur le plan des actifs, Swift explique que leur stock et tendance d'évolution détermine la vulnérabilité, car ces ressources sont mobilisées en période de besoin pour acquérir, surtout les produits de base. Dans la même idée, Chambers (1989) définit la

vulnérabilité comme une exposition aux risques et chocs et une incapacité à s'adapter. Pour lui, cela renvoie à 2 côtés : un côté externe qui se réfère aux aléas auxquels sont confrontées les personnes. Ce qui revient à s'intéresser à la façon dont l'individu ou le ménage est impacté par un choc et donc à analyser les défaillances de la production et des prix du marché (Swift, 1989). Un côté interne qui implique l'absence de défense ou de moyens pour faire face aux chocs. Ce qui revient à analyser la façon dont le ménage ou l'individu touché pourrait y répondre, à travers notamment le stock d'actifs dont il dispose (Swift, 1989).

Le concept de vulnérabilité à la pauvreté a été développé dans le sillage de celui lié à la famine. Morduch (1994) spécifiait 2 types de pauvreté : celle stochastique, qui se réfère à l'incapacité du ménage à se protéger des chocs (son revenu fluctuant entre un niveau permanent au-dessus du seuil de pauvreté et un niveau courant en dessous). Et celle qu'il compare à la pauvreté chronique, renvoie à un évènement susceptible de faire basculer permanemment un ménage dans la pauvreté. Ses capacités essentielles de gain de revenu sont réduites et le niveau de celui varie en dessous du seuil de pauvreté. Dercon et Krishnan (2000) définissaient une vulnérabilité aux déficits de consommation, en référence au risque que le niveau de consommation des ménages tombe en dessous du seuil de pauvreté à la suite d'une mauvaise année (manque de pluie, etc.). Pour Chaudhuri et al. (2002), le concept de vulnérabilité à la pauvreté, renvoie au risque ex ante qu'un ménage tombe en dessous du seuil de pauvreté ou aggrave sa situation de pauvreté, s'il y était déjà, avant l'apparition de l'aléa.

2.5.2. Définitions des concepts associés à la vulnérabilité

Plusieurs concepts sont associés à l'analyse de la vulnérabilité, à savoir les concepts d'aléa, de risque, d'exposition, de capacité à faire face et de résilience. Un aléa est défini comme « l'occurrence potentielle d'un évènement physique d'origine naturelle ou humaine qui peut causer des pertes en vies humaines, des blessures ou d'autres impacts sur la santé, ainsi que des dommages et des pertes de biens, d'infrastructures, de moyens de subsistance, de prestations de service et de ressources environnementales » (IPCC, 2012). Dans la littérature sur la vulnérabilité économique, notamment celle des moyens d'existence durable, c'est souvent la notion de choc qui est employée pour désigner les évènements tels que les conflits, les maladies, les inondations, les tempêtes, les sécheresses, l'attaque de ravageurs, etc. (Serrat, 2008). Par exemple Holzmann et al. (2008), qualifient d'aléa, un choc (sécheresse, inondation, conflit, défaillance du marché) susceptible d'impacter les moyens d'existence des populations. Dans cette thèse, nous utiliserons ces deux notions « aléa » et « choc » pour désigner la même chose. La notion de risque quant à elle, se réfère à la probabilité de pertes futures de moyens d'existence, consécutives à des interactions d'aléas naturels et anthropiques (UNISDR, 2004). En agriculture, ces risques sont nombreux et peuvent

être classés selon différentes échelles et selon le secteur affecté (Tableau 16) : ils peuvent toucher le marché (variation des prix des produits, des intrants, etc.), la production (grêle, inondations, etc.), le système financier et le système juridico institutionnel. Ces risques peuvent être aussi idiosyncratiques (affectant un individu ou un ménage), covariants (affectant un groupe de personnes ou une communauté) et systémiques (affectant une région ou une nation).

Tableau 16: Typologie des risques en agriculture

Types de risques	**Microéconomique (Idiosyncratique) Risque affectant un individu/un ménage**	**Méso-économique (Covariant) Risque affectant un groupe/communauté**	**Macroéconomique (Systémique) Risque affectant une région ou une nation**
Marché/prix		Variation des prix des terrains, exigences de la filière agro-alimentaire	Variation des prix des intrants /produits sous l'effet de chocs, de politiques commerciales, de nouveaux marchés, etc.
Production	Grêle, gel, maladies non contagieuses, aléas personnels (maladie, décès)	Pluies, glissements de terrain, pollution	Inondations, sécheresses, ravageurs, maladies contagieuses, technologie
Financier	Variation des revenus provenant d'autres sources (non agricoles)		Variation des taux d'intérêt / de la valeur des actifs financiers/accès au crédit
Institutionnel / juridique	Risque de responsabilité	Modification des politiques ou réglementations locales	Modification des politiques et réglementations régionales ou nationales, de la législation, etc.

Source : (OCDE, 2010)

Le rapport de l'IPCC (2012), définit les termes exposition, capacité à faire face et résilience comme suivant :

- Exposition : la présence de personnes, de moyens d'existence, de services et de ressources environnementaux, d'infrastructures ou de biens économiques, sociaux ou culturels dans des lieux susceptibles d'être affectés de manière négative par des chocs.
- Capacité à faire face : elle se réfère à la capacité des individus, des systèmes et des organisations à faire face, à gérer et à surmonter les conditions défavorables, en mobilisant par exemple les compétences, les ressources et les possibilités disponibles. Elle est orientée vers une réaction de court terme pour la survie face au choc, et est différente de la notion de capacité d'adaptation qui se réfère plutôt à la sécurisation à long terme des moyens d'existence (CARE, 2010). Les ressources de subsistance contrôlées par les ménages sont déterminantes dans le renforcement de leur capacité d'adaptation (CARE, 2010).
- Résilience : elle se réfère à la capacité d'un système et de ses composantes d'anticiper, d'absorber, de tenir compte et de se remettre des effets d'un événement aléatoire rapidement et efficacement, notamment en assurant la préservation, la restauration ou l'amélioration de ses structures et fonctions fondamentales essentielles.

2.6. Concept de systèmes d'innovation

Comme souligné en haut, l'approche par les moyens d'existence est holistique car elle permet d'analyser comment les ménages vivent, mais cherche aussi à identifier, dans l'environnement dans lequel ces derniers opèrent, les contraintes pressantes auxquelles ils font face et les opportunités disponibles (DFID, 1999). Ces contraintes qui affectent les résultats de subsistance peuvent être priorisées, dans le but de rechercher des solutions permettant de les surmonter (Ellis, 1999). Pour mener ces analyses, nous mobilisons l'approche par le système d'innovation (Amankwah *et al.*, 2012 ; Hounkonnou *et al.*, 2012 ; Totin *et al.*, 2012 ; Rijswijk et Percy, 2015). Cette approche permet à plusieurs acteurs (producteurs, institutions financières, institutions publiques, chercheurs, entreprises) d'interagir ensemble pour identifier des opportunités d'innovation (Ekboir et Rajalahti, 2012) face à des contraintes données. D'où notre intérêt de mobiliser cette approche ici, afin de permettre aux acteurs de discuter ensemble pour trouver des solutions face au problème qu'ils auraient identifié comme prioritaire dans leur zone. L'innovation désigne dans ce cas quelque chose de nouveau et d'utile, c'est-à-dire des changements techniques, institutionnels et organisationnels au sein d'un secteur, d'une chaîne de valeur ou d'un autre domaine (Nederlof et Pyburn, 2012). Les institutions (régime foncier, marchés, certification, coopération, chaînes de valeur, corruption, etc.), se réfèrent aux règles du jeu qui réduisent l'incertitude dans les interactions humaines (Nederlof et Pyburn, 2012). Elles peuvent avoir des impacts positifs ou négatifs sur les différents acteurs (notamment les agriculteurs), à travers l'inclusion ou l'exclusion, l'extraction ou la création de richesse, etc. (Hounkonnou *et al.*, 2012).

3. Matériels et méthodes

3.1. Présentation du périmètre irrigué de Bagré

3.1.1. Situation géographique

Le périmètre irrigué de Bagré est situé au sud-est du Burkina Faso à 230 km de la capitale Ouagadougou et à 45 km de Tenkodogo, la grande ville la plus proche (Figure 11). La zone est voisine des frontières de 2 pays que sont le Ghana (30 km) et le Togo (50 km). En 1998, l'État burkinabé a érigé en zone d'utilité publique (ZUP), une large superficie de 500000 ha (entre les parallèles 11°12' et 11°53' de latitude Nord et les méridiens 0°14' et 0°50' de longitude Ouest), dont la majeure partie (80%) se trouve dans la province de Boulgou. L'État peut donc, en cas de besoin, exproprier toute personne de ses terres localisées dans ce domaine foncier. Cette ZUP est composée d'une zone de concentration (ZC) de plus de 60000 ha (Figure 12, cadre violet), réservée aux principales activités du projet Bagré (aménagements et mise en valeur des terres irriguées) et

d'une zone diffuse (ZD), représentant le reste du domaine, consacrée au développement de certains pôles (bas-fonds aménagés, points d'eau, zones d'élevage intensif, etc.).

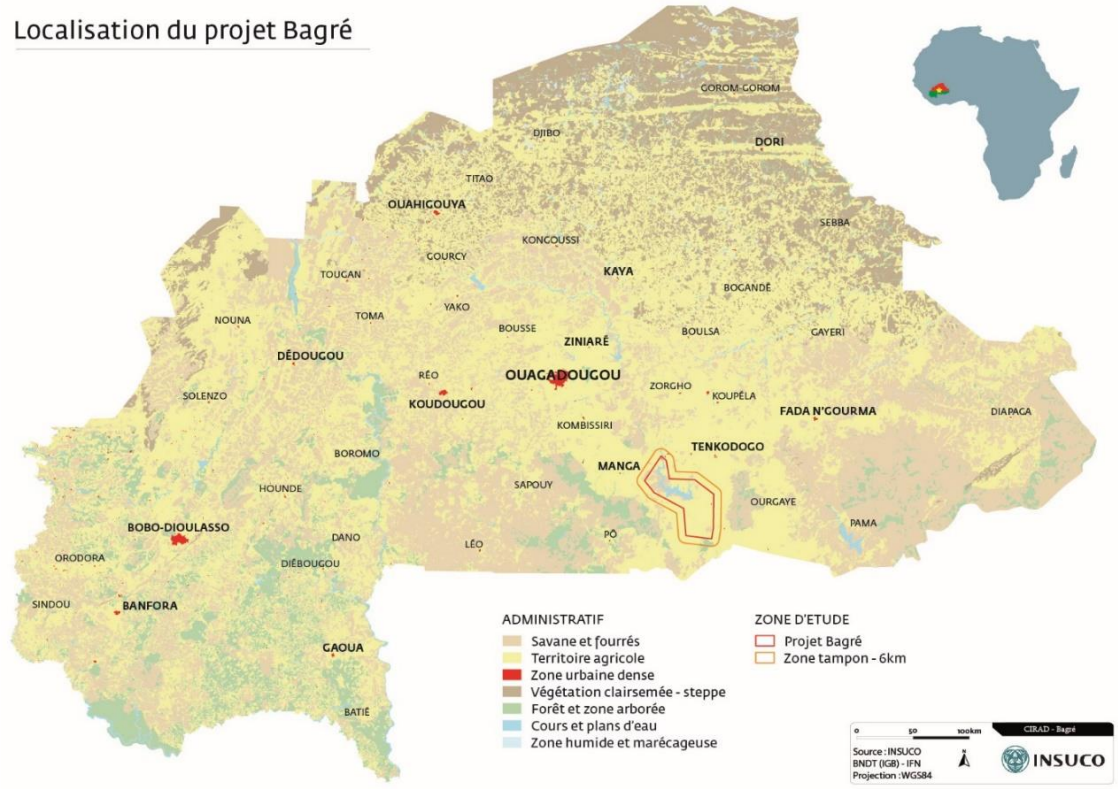


Figure 11 : Localisation de la zone d'étude
Source : INSUCO Burkina

Le périmètre est représenté par 2 zones (Figure 12). Une zone irriguée composée de 16 villages artificiels (villages en rouge, dénommés V), créés au début du projet, dans les années 1990, pour installer les premiers exploitants des terres irriguées (personnes déplacées suite au Barrage et aux aménagements et des migrants). Parmi ces 16 villages, 6 sont localisés en rive gauche du fleuve Nakambé (V1a, V1b, V2 à V5) et 10 en rive droite (V1 à V10). Dans cette thèse, nous appelons les familles installées dans ces villages les « ménages irrigants ». Elles sont les principaux exploitants des périmètres aménagés existants, soit 3380 ha (surface orange, Figure 12). Une zone pluviale représentée par l'ensemble des villages situés autour du périmètre irrigué, dont ceux de la zone de concentration (ZC) (bande violette) et ceux en dehors, que nous délimitons dans cette thèse par une zone tampon (ZT) de 6 km autour (bande rose – pour s'assurer de rester dans les limites des villages qui seront impactés par les extensions futures). Dans cette zone (ZC + ZT), nous dénombrons 63 villages traditionnels répartis de part et d'autre du fleuve. Trois types de population y résident : les personnes affectées par les projets d'aménagements en cours (PAP), les familles attributaires de parcelles irriguées sur le périmètre mais résidant hors des villages artificiels (nous les considérons aussi comme ménages irrigants car ayant accès aux parcelles de riz irrigué du projet) et les familles susceptibles d'être affectées par les extensions futures. Ces extensions (aménagements en cours et

futurs), représentent plus de 16600 ha (surface verte, Figure 12). Les familles que nous désignons comme « ménages pluviaux » sont celles qui résident dans cette zone (ZC + ZT), et qui n'exploitent que des terres pluviales et des lopins de terres maraîchères (irriguées) non aménagées par le projet.

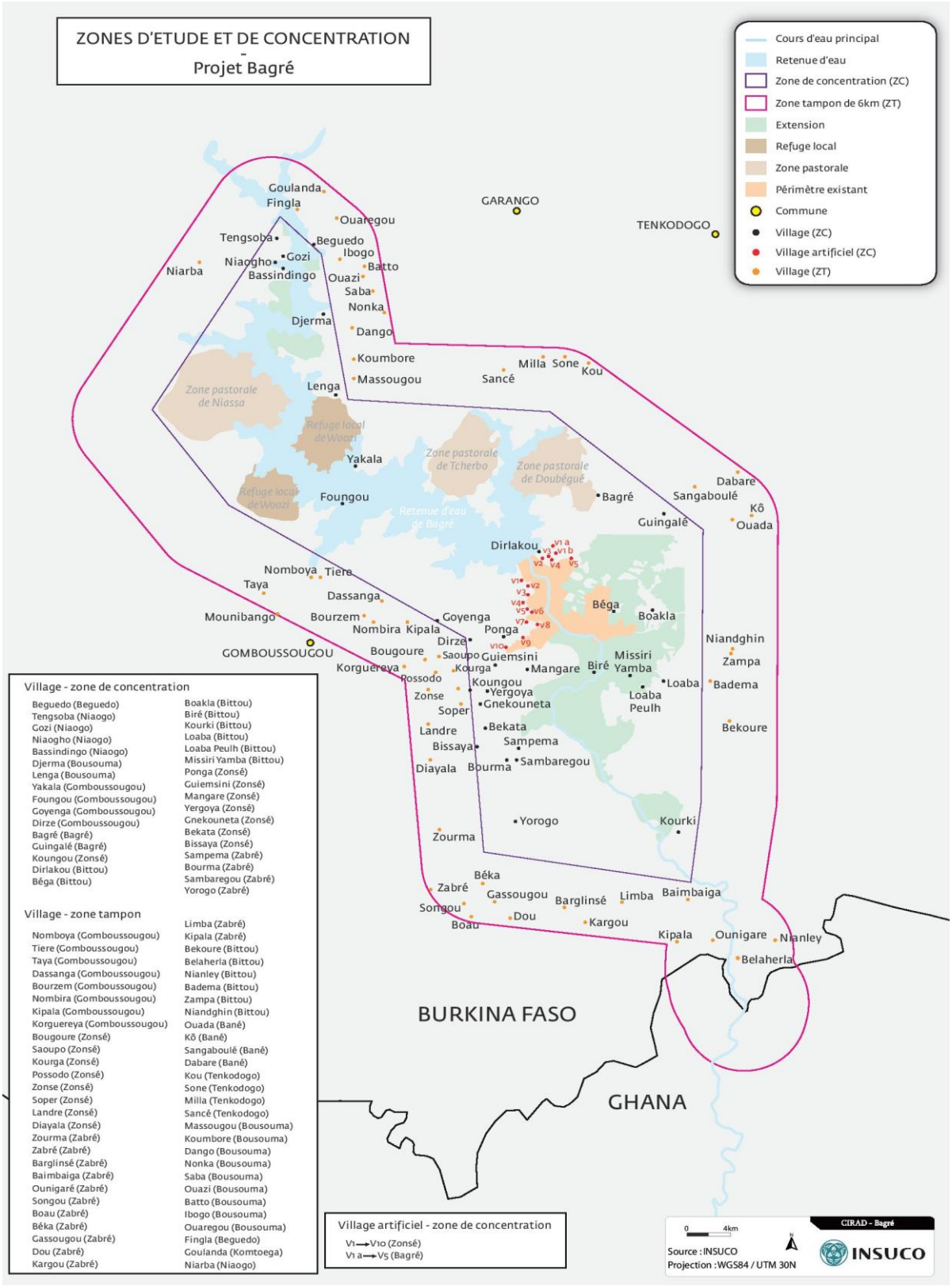


Figure 12 : Périmètres irrigués existants et les extensions en cours
Source : INSUCO Burkina

Donc dans cette thèse, la distinction entre ménages irrigants et ménages pluviaux est faite par rapport uniquement à l'accès aux parcelles de riz irrigué, aménagées par le projet (accès au projet).

3.1.2. Caractéristiques du milieu naturel

3.1.2.1. Climat tropical nord-soudanien

La zone de Bagré est soumise au climat tropical nord-soudanien caractérisé par deux saisons: une saison pluvieuse qui dure de juin à octobre et une saison sèche de novembre à mai. Pendant la saison pluvieuse, les hauteurs moyennes de pluies (années normales) fluctuent entre la fourchette des isohyètes de 800 mm et 900 mm/an. Ces 25 dernières années (1993-2017), la hauteur moyenne s'établissait à 940 mm/an mais avec une irrégularité annuelle importante (Figure 13). Entre 1993 et 2000, la fluctuation a été marquée par des alternances de baisses et de hausses importantes d'une année à l'autre. Par exemple, la hauteur moyenne de pluies est passée de 740 mm en 1993 à 1215 mm en 1994, soit une hausse de 67%, alors qu'entre 1996 et 1997, elle a baissé de 50% passant de 1193 à 600 mm. En revanche, entre 2001 et 2009, le rythme a été marqué par des baisses qui pouvaient se succéder 2 années de suite (2001 et 2002, puis 2005 et 2006). Ces dernières années, notamment depuis 2012, la hauteur de pluies évolue en dessous de la moyenne de 940 mm. Sur l'ensemble de la période 1993 à 2017, on dénombre 13 années de déficits pluviométriques (en dessous de la moyenne), dont les plus importants étaient 1993, 1997 et 2006. Le reste étant des années d'abondance, dont la plus importante était celle de 2010 (1280 mm). La saison pluvieuse est aussi marquée par un vent dominant appelé la mousson, très humide et soufflant vers le sud-ouest. La saison sèche est caractérisée par le vent d'harmattan, très chaud et sec, soufflant de novembre à mai, du nord vers le sud, et considéré comme le plus fort dans la zone. La productivité rizicole du périmètre est sensible à ces vents, lorsque la période de floraison du riz coïncide avec les activités de ces vents.

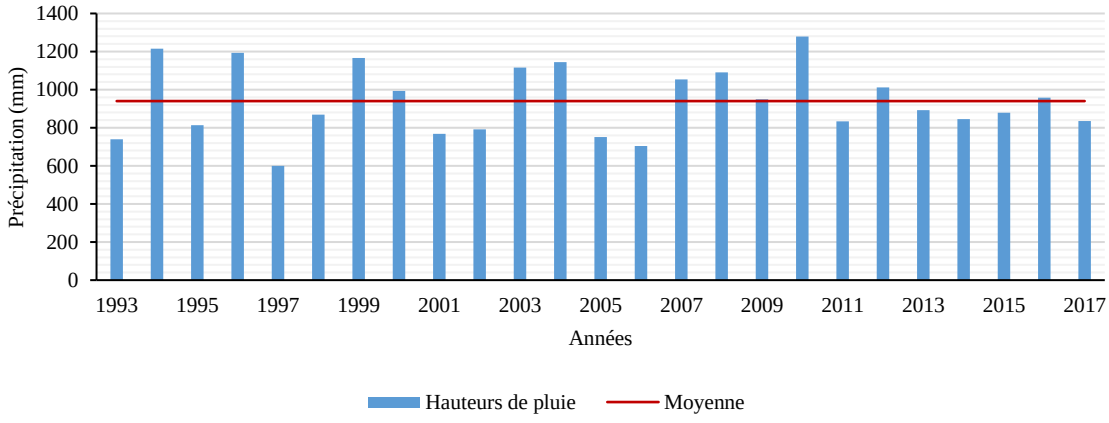


Figure 13 : Evolution des hauteurs annuelles moyennes des pluies en mm à Bagré (données Bagrépôle)
Source : auteur

Les températures moyennes annuelles sont de 28°C avec des variations saisonnières selon deux périodes : une période considérée comme fraîche qui s'étend de novembre à février et caractérisée par des températures moyennes maximales d'environ 34°C et des minimales faibles (17°C en moyenne entre décembre et janvier). Une période chaude qui s'installe de mars à juin où la moyenne maximale atteint 40 °C, et la minimale autour de 25°C. Ces variations de températures peuvent être critiques pour la croissance et la productivité du riz (Redfern *et al.*, 2012).

3.1.2.2. Types de sols et potentialités culturales

Selon MEBF (2012b), la zone est composée principalement de lithosols, de sols ferrugineux tropicaux lessivés, de sols bruns eutrophes tropicaux, de sols peu évolués et de sols hydromorphes peu humifères à pseudogley dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Lithosols : ce sont des sols d'épaisseur inférieure à 10 cm et composés en majorité de cailloux, de graviers, de blocs de roches et de cuirasses.
- Sols ferrugineux tropicaux lessivés : l'épaisseur de ces sols varie entre 10 et 60 cm. Ces sols sont en majorité indurés limitant potentiellement la pénétration des racines. Dans les bas des pentes, prédominent des sols à taches et hydromorphes, qui sont limono-sableux en surface et argileux en profondeur.
- Sols bruns eutrophes tropicaux : leur profondeur est supérieure à 120 cm et leur structure est de type limono-argilo-sableux et fin. Ces sols se caractérisent sur les pentes hautes, de sols vertiques et sur les pentes basses de sols hydromorphes et ferrugineux.
- Sols peu évolués : ce sont des sols d'épaisseur supérieur à 100 cm et de structure limono-argilo-sableuse et limono-sableuse. Ce sont des sols présentant des risques d'inondation, à faible fertilité chimique et à faible réserve en eau utilisable.
- Sols hydromorphes peu humifères à pseudogley : leur profondeur est supérieure à 120 cm. La structure de ces sols est fine à tendance argile et limoneuse en surface. Ce sont des sols qui présentent des risques importants d'inondation et pauvres en drainage.

Toujours selon la même étude (MEBF, 2012b), ces sols décrits ci-dessus sont pauvres en matière organique (taux moyen inférieur à 2%) et en azote total (< 0,09%), en raison des pratiques agricoles très intensives, des feux de brousse et d'une décomposition importante de la matière organique liée aux milieux tropicaux secs. Ils sont également faiblement fournis en phosphore assimilable (5 à 20 ppm) et en potassium disponible (10 à 150 ppm).

Certaines de ces textures sont présentes dans les différentes tranches (80 ha, 600 ha et 1500 ha en rive gauche et 1200 ha en rive droite) du périmètre irrigué aménagé de 3380 ha. Une analyse réalisée par Segda et al. (2006) a révélé que sur les 600 ha, 62% de la superficie est de type gleysols dystric

fluvisols composé de sols argileux ou limono-argileux et de sols sableux, sablo-limoneux ou gravillonnais. On les retrouve aussi dans les 1200 ha où des tests réalisés dans un village par Segda et al. (2004), ont montré que le rendement en riz sur les parcelles limono-argileuses était de 6,02 t/ha, soit significativement plus élevé que celui sur les parcelles sablo-limoneuses (3,98 t/ha). Une analyse plus détaillée réalisée sur les 1500 ha (la prospection pédologique a couvert une superficie réelle de 700 ha) par CIRA-AGEIM (2003), a révélé l'existence de 11 unités de sols aux 4 classes (C1 à C4)[28] de potentialités culturales différentes : 4 types de sols (C1), représentant 16,3% de la surface totale, sont inaptes à toutes cultures irriguées en raison d'une charge graveleuse très élevée, d'une disponibilité marginale en eau et d'une fertilité chimique très basse. Seules 3 unités de sols (C4), représentant 47,2% de la superficie totale sont aptes au riz et au maïs irrigués et aux cultures maraîchères. Pour le reste, 2 types de sols (C2) représentant 33,2%, sont aptes pour toutes les cultures irriguées sauf le riz et 2 autres types (C3) couvrant 3,3% de la surface totale, sont aptes pour les cultures maraîchères et le maïs irrigué.

3.1.3. Economie de la zone

3.1.3.1. L'agriculture

L'agriculture est l'activité économique principale de la zone. Les cultures pluviales sont les plus dominantes en matière de superficie. Elles couvrent une superficie exploitée de 20000 ha par an consacrée principalement aux cultures céréalières (maïs, sorgho, mil, riz pluvial), aux oléagineux, aux légumineuses et aux tubercules (Bagrépôle, 2013). Ces surfaces sont occupées principalement par les familles vivant autour du périmètre irrigué. Certaines d'entre elles sont les « ménages pluviaux » enquêtés dans cette thèse. Le système de production est traditionnel et extensif. La production est orientée vers la satisfaction des besoins de subsistance de la famille. Les rendements agricoles moyens sont très faibles et varient selon les années entre 0,5 t/ha et 2 t/ha (Figure 14). Ces données temporelles (1984 – 2016), montrent que les rendements fluctuent beaucoup d'une année à l'autre. Cela résulte sans doute en partie des déficits pluviométriques analysés plus haut. Par exemple, de 2005 à 2007 les rendements ont baissé de 45% pour le mil, 51% pour le maïs, 41% pour le riz pluvial, et 25% pour le sorgho. L'année 2016, (année de référence des données d'enquêtes) a été une année normale, voire bonne. Les rendements étaient de 1,2 t/ha pour le mil, 1,65 t/ha pour le maïs, 1,6 t/ha pour le riz pluvial et 1,3 t/ha pour le sorgho. Pour les autres cultures telles que les oléagineux, les rendements varient également autour de ces valeurs. En 2016, ils

[28] C1 (sols peu évolués d'érosion lithique, sols peu évolués d'érosion régosolique, sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés et sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions). C4 (sols peu évolués d'apport alluvial hydromorphe, sols bruns eutrophes tropicaux hydromorphes vertiques, sols bruns eutrophes tropicaux vertiques). C2 (sols bruns eutrophes tropicaux ferrugineux, sols bruns eutrophes tropicaux peu évolués). C3 (sols peu évolués d'apport colluvial hydromorphe et sols peu évolués d'apport colluvial modal).

étaient en moyenne de 1,75 t/ha pour le coton, 0,9 t/ha pour l'arachide, 0,5 t/ha pour le sésame et 1,8 t/ha pour le soja (MAAH, 2017b). La production de céréales la même année s'élevait pour la province de Boulgou à 169629 t, dont 15% de mil, 27% de maïs, 38% de riz (dont 20% de riz de plaines aménagées et 18% de riz pluvial), et 20% de sorgho (MAAH, 2017).

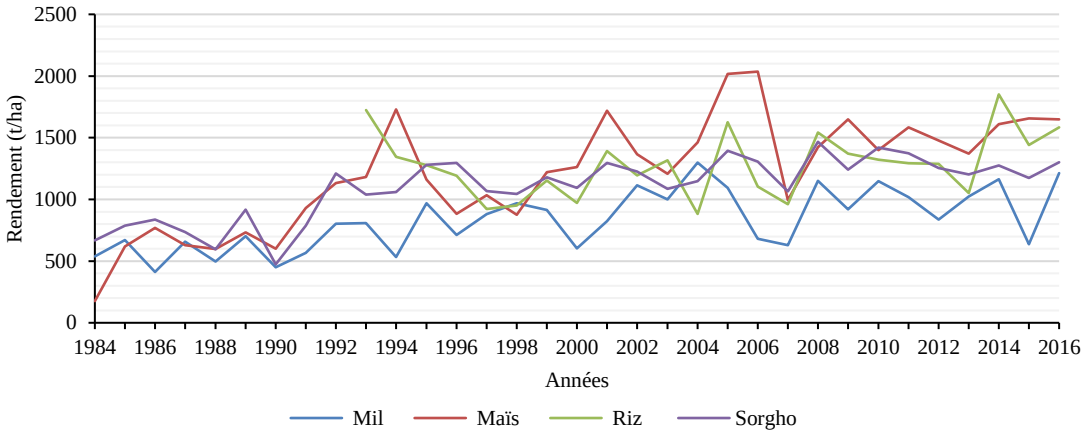


Figure 14 : Evolution des rendements dans la province de Boulgou.
Source : auteur à partir de (INSD, 2004, 2009a, 2009b), (Agristat, données EPA Burkina https://countrystat.org/home.aspx?c=BFA)

Grâce à la mise en place du projet Bagré, l'agriculture irriguée s'est développée dans la zone. Elle couvre actuellement une superficie aménagée de 3380 ha, dont plus de 90% (3080 ha) est destinée à la riziculture irriguée en mode paysannat, pratiquée en deux campagnes/an par les familles appelées « ménages irrigants » dans cette thèse, et installées dans les villages artificiels. Les 10% restant de cette surface (300 ha) ont été attribués à l'agrobusiness pour la production de banane, de pomme de terre, etc. La production annuelle du paddy en irrigué est en nette augmentation. Elle est passée de 3013 t en 1997 à 30079 t en 2016, soit une multiplication par 10 (Figure 15 B). Cette hausse résulte à la fois de la progression importante des aménagements de terres irriguées, qui sont passés de 80 ha avant 1995 à 3380 ha à partir de 2006 (Bagrépôle, 2012b) et à l'amélioration de la productivité rizicole à l'hectare. Le rendement/ha du paddy est passé de 4,7 t/ha en 1997 à 5,2 t/ha en 2016, soit une hausse tendancielle de 10% (Figure 15 A).

En plus de l'agriculture pluviale et de la riziculture irriguée aménagée, d'autres modes d'agriculture sont pratiqués dans la zone. Il s'agit de l'agriculture de bas-fonds composée des zones de fonds de vallées et les plaines alluviales inondées des glacis et des versants. La principale culture pratiquée est le riz pluvial en saison pluvieuse puis le maraîchage en saison sèche, irrigué par des puits. Ce sont des zones humides et riches en terres. Dans la zone d'utilité publique, les bas-fonds aménagés couvrent une superficie totale de 1600 ha (MEBF, 2012b). Enfin, l'agriculture de décrue qui est un mode de production très marginal, se développe aux abords du barrage en saison sèche. On y pratique essentiellement des cultures maraîchères.

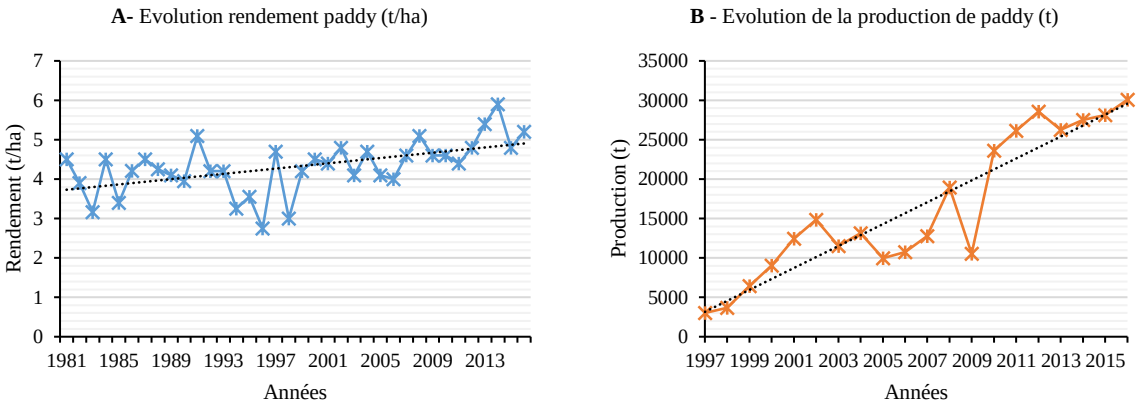


Figure 15 : Evolution de la production annuelle (t) et des rendements en paddy (t/ha) sur le périmètre irrigué de Bagré de 1997 à 2016.
Source : auteur à partir des données Bagrépôle

3.1.3.2. L'élevage et la pisciculture

L'élevage est une activité complémentaire à l'agriculture. Les effectifs au niveau régional (région du Centre-Est) en 2014, s'élevaient à 95100 asins, 427000 bovins, 1,07 million de caprins, 2383 équins, 731000 ovins, 521000 pintades, 218000 porcins et 2,8 millions de poules (MRA, 2015). Sur le périmètre irrigué (villages artificiels), le manque d'aires de pâturage induit par la pression foncière limite la pratique de l'élevage. La plupart des systèmes d'élevage sont extensifs et dominés par la volaille. C'est une activité de complément qui sert surtout à faire face aux mauvaises années. En revanche, en dehors du périmètre irrigué (zone d'utilité publique) où résident les ménages pluviaux, trois principaux systèmes d'élevage sont pratiqués (MEBF, 2012b) :

- L'élevage transhumant pratiqué surtout par les peulhs. Il se caractérise par des mouvements permanents vers d'autres localités à la recherche de pâturages, en raison de la pression foncière présente sur la zone de Bagré.
- L'élevage sédentaire extensif pratiqué par les agriculteurs et les agro-pasteurs. Il est caractérisé par de petits ruminants et de la volaille. Peu d'investissements sont réalisés et les animaux élevés sont très dépendants des pâturages naturels.
- L'élevage sédentaire semi-intensif. Des investissements sont réalisés pour équiper l'habitat et pour nourrir et soigner les animaux. Ces derniers dépendent peu des pâtures naturelles et leur déplacement est limité autour du site de production.

Le barrage a permis de développer l'activité piscicole. Trois types de pêcheurs opèrent dans la zone à savoir des pêcheurs professionnels dont la pêche constitue une activité professionnelle, les pêcheurs semi-professionnels qui pratiquent la pêche en tant qu'activité complémentaire de l'agriculture et les pêcheurs occasionnels. La production moyenne annuelle de poissons par captures contrôlées entre 1994 et 2009 s'élevait à 940 tonnes (ICI, 2010).

3.1.4. Brève histoire du projet Bagré

Le projet a été initié au lendemain de l'indépendance du Burkina Faso en 1960, mais a connu un essor effectif à la suite de la grande sécheresse des années 1970 (Bagrépôle, 2012b). Entre 1972 et 1978, le site a fait l'objet d'une étude de reconnaissance et d'avant-projet de faisabilité, dont le but a évolué de la culture du riz uniquement à l'ajout du volet hydroélectrique compte tenu du potentiel hydrique du milieu (Nébié, 2005).

Pour tester l'aptitude des terres à la riziculture, une retenue d'eau appelée « Petit Bagré », d'une capacité de 3,5 millions de m3 d'eau, a été d'abord construite au début des années 1980 et gérée par l'Autorité des Vallées de la Volta (AVV). Un système mixte de cultures irriguées/pluviales a été expérimenté sur une surface agricole totale d'environ 380 ha (80 ha en irrigué et 300 ha en pluvial dont 250 ha de champs de brousse et 50 ha de champs de case), repartie sur une population de 100 producteurs dont les caractéristiques étaient les suivantes (Nébié, 2005 ; Yaméogo, 2005) : chaque famille était composée en moyenne de 10 personnes dont 4 actifs et avait reçu 3,80 ha de terres agricoles, dont 0,80 ha de parcelle de riz irrigué. Ces exploitants, majoritairement autochtones du village de Dirlakou (site du projet) et de Bagré village, étaient avec les ouvriers du chantier de construction, les privilégiés des règles d'attribution foncière. Pendant l'expérience pilote (1981-1997), le rendement moyen obtenu était de 3,97 t/ha/campagne/an (Nébié, 2005).

Grâce au « succès » de ce projet pilote, la réalisation du grand barrage a été confiée à la Maîtrise d'Ouvrage de Bagré (MOB) entre 1986 et 1993. Il a été mis en eau et inauguré en juillet 1994. Son objectif est multiple (électricité, agriculture irriguée, pisciculture, etc.). Il couvre une superficie de 255 km^2 le long du fleuve Nakambé, avec une capacité de rétention de 1,7 milliard de m3 d'eau. Il comporte une centrale hydroélectrique (gérée par la Sonabel, compagnie nationale d'électricité) qui permet de produire de l'électricité et sert de structure hydroagricole pour l'irrigation. En plus de la réalisation du barrage, la MOB était l'institution en charge du volet hydroagricole du projet (aménagements, gestion et attributions des terres) de 1991 à 2011. Trois périmètres irrigués ont été aménagés durant cette période à savoir 1200 ha en rive droite (1995 – 2002), 600 ha en rive gauche (2002 – 2004) et 1500 ha en rive gauche (2006 – 2010). Ce qui porte le total de la superficie rizicole irriguée à 3380 ha. Ces aménagements et la construction du barrage ont entrainé des déplacements de populations. Des villages artificiels (Figure 12) ont été créés pour installer ces familles déplacées qui ont perdu une bonne partie de leurs moyens de subsistance. Les deux premiers périmètres (1200 ha et 600 ha) ont été attribués par la MOB. Ces parcelles étaient attribuées en priorité aux autochtones et anciens usagers et propriétaires fonciers de la zone d'emprise du projet, aux enfants mariés des attributaires du périmètre pilote, aux migrants installés dans l'emprise du projet et associés à la coopérative du périmètre pilote, aux candidats ayant été employés pour la construction

des infrastructures, aux ressortissants des départements de Bagré et environnants, des autres départements de la province du Boulgou et des autres provinces (Yaméogo, 2005). Chaque personne sélectionnée s'est vue octroyer une surface agricole de 2,9 ha (0,8 à 1 ha de parcelle rizicole irriguée, 1,5 ha de champs pluviaux de brousse, 0,4 ha de champs de case) et une parcelle d'habitation de 0,1 ha (1000 m2). La répartition était égalitaire entre les ménages affectés et non affectés. Les indemnisations se limitaient uniquement à un soutien pour la construction des nouvelles maisons et des aides alimentaires. Certains ménages impactés ont refusé au départ l'exploitation des parcelles rizicoles irriguées entraînant l'installation par l'État de migrants (ménages venant de la province de Boulgou et des régions du nord). Sur notre échantillon d'enquête d'une centaine de ménages, seulement 38% sont autochtones, le reste sont des migrants de la province de Boulgou (45%), voire d'autres régions (17%) (Figure 17). Ces derniers ont bénéficié des mêmes conditions d'installation que ceux ayant été affectés par le projet. Ce partage inéquitable des terres aménagées a été à l'origine de conflits fonciers entre migrants et autochtones, notamment sur le droit d'exploitation des champs de brousse. Dès lors, la MOB a procédé à l'arrêt des attributions sur les terres pluviales pour se concentrer uniquement sur les parcelles de riz irrigué.

En 2011, la MOB a été remplacée par Bagrépôle à travers la mise en place d'un pôle de croissance économique. Elle a procédé en 2011, à l'attribution des 1500 ha aménagés par la MOB entre 2006 et 2010. Cette tranche était initialement prévue à l'agrobusiness. Mais, face à la pression foncière et des besoins de plus en plus croissants des petits agriculteurs familiaux, le partage de ces terres a finalement été de 20% pour les investisseurs privés (300 ha) et 80% pour le paysannat. Le choix du modèle de pôle de croissance visait à transférer la gestion du périmètre (confié auparavant à l'État et aux producteurs) à une société privée ou semi-privée, qui est chargée d'attirer des investisseurs privés afin de promouvoir l'agriculture commerciale (Daré *et al.*, 2019). Les aménagements prévus par Bagrépôle sont de 16600 ha, dont 77% environ devrait être attribué à ces promoteurs privés (Bagrépôle, 2014a). En plus, les personnes qui seront affectées vont maintenant recevoir des indemnisations (2 types) à la hauteur des dommages subis. Ces personnes percevront d'abord une compensation financière durant les travaux d'aménagements. Le calcul du montant est fonction de la spéculation produite et de la taille de la surface agricole. Ensuite, elles recevront une compensation en terres dans les nouvelles parcelles aménagées irriguées, leur permettant de rétablir au moins leur revenu d'avant aménagement. Le barème est de 1 ha de parcelle de riz irrigué pour 4 ha perdus en cultures pluviales. Malgré des ambitions affichées en matière d'extensions de la surface agricole irriguée depuis l'arrivée de Bagrépôle, beaucoup de retards sont constatés dans la progression des rythmes d'aménagements. Pour le moment, seulement, environ 2000 ha de terres supplémentaires devaient être mises en exploitation courant 2019.

3.2. Méthodologie générale des recherches et des collectes des données

Pour conduire nos recherches, le cadre théorique d'analyse des moyens d'existence a été adapté au contexte particulier de notre zone d'étude (Figure 16), dont les caractéristiques ont été présentées dans les paragraphe ci-dessus. Ce graphique est une représentation simplifiée des interactions. Dans le contexte de Bagré, nos ménages irrigants et pluviaux ont accès à des ressources, notamment des terres irriguées et pluviales qui leur permettent de développer des activités agricoles (élevage, céréales, oléagineux et maraîchage pour l'ensemble des deux types de ménages et en plus du riz irrigué pour les ménages irrigants) et extra-agricoles. Ces activités génèrent de l'argent et de la production (qui est vendue ou autoconsommée), qui servent à satisfaire les besoins monétaires et alimentaires et ainsi réduire la pauvreté et l'insécurité alimentaire. Le marché leur sert aussi d'appoint pour l'achat de complément alimentaire. Lorsqu'un surplus est dégagé (après satisfaction des besoins), le ménage accumulera de la richesse et augmentera ainsi son stock d'actifs en réinvestissant (flèche orange). Les ressources, les activités et le marché dans lequel les ménages opèrent sont exposés à des aléas, saisonnalités et tendances, qui peuvent réduire la production, les recettes (baisse du prix), ou le stock de capitaux (décès, maisons détruites, maladies, etc.), et ainsi augmenter leur pauvreté et insécurité alimentaire (flèches vertes). De même, l'environnement institutionnel (règles d'attribution, cahier de charge, fixation du prix, …) influe sur l'accès aux ressources (terres irriguées, eau, …), sur les décisions de production et aussi sur les aléas (flèches noires). Enfin, un niveau élevé de capitaux permet au ménage, d'une part de répondre aux chocs et réduire sa vulnérabilité et d'autre part, d'influencer le processus institutionnel lui permettant, en retour d'augmenter son stock d'actifs (flèches violettes).

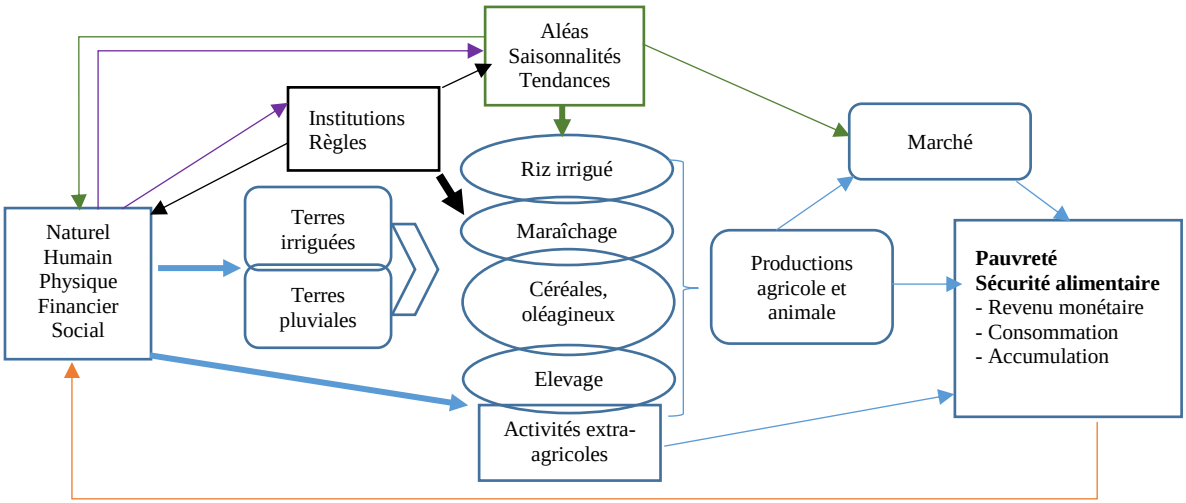


Figure 16 : Cadre conceptuel d'analyse de la thèse
Sources : adapté de (Scoones, 1998 ; DFID, 1999 ; Serrat, 2008))

Conformément à notre cadre conceptuel adapté, la méthodologie générale des recherches est conduite en trois grandes parties : (i) un diagnostic économique et alimentaire qui s'appuie sur des

enquêtes ménages et des ateliers de focus groupes ; (ii) une évaluation de la vulnérabilité des ménages à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire basée sur des données temporelles historiques et sur la perception des ménages recueillie à travers des ateliers et (iii) une analyse des difficultés d'écoulement du riz paddy (considérées par les acteurs comme l'une des contraintes prioritaires) qui s'appuie sur une revue documentaire et l'organisation d'un atelier participatif multi-acteurs de la chaîne de valeur du riz. Cette démarche générale a nécessité des va-et-vient entre la collecte des informations sur le terrain et le traitement des données en France (3 missions de 2 mois chacune).

3.2.1. Diagnostic économique et alimentaire

La première étape de la recherche vise à analyser, conformément au cadre des moyens d'existence, l'accès du ménage aux ressources de la zone et ce qu'il en extrait pour développer ses différentes activités, afin de satisfaire ses besoins. L'objectif c'est d'établir un diagnostic de l'état de pauvreté et d'insécurité alimentaire des ménages, d'expliciter les raisons ayant conduit à cette situation et d'estimer les trajectoires qui en découlent pour les futurs irrigants. Les analyses s'intéressent aux ménages irrigants exploitants des anciens périmètres et aux ménages pluviaux de la zone pluviale qui seront attributaires de parcelles rizicoles dans le futur. Nos analyses se heurtent à l'absence de données avant l'aménagement, qui auraient pu nous permettre de comparer les situations des irrigants actuels avant et après leurs installations sur le périmètre. Pour pallier à cette contrainte majeure, nous adoptons une approche « avec/sans » (Delarue et Cochet, 2011), permettant ainsi de comparer la situation des ménages irrigants à celle des ménages pluviaux. Cette approche permettra également de comparer la situation des pluviaux avant et après les aménagements. Les irrigants du périmètre qui ont été enquêtés sont composés de 38% d'autochtones de Bagré, de 45% de ménages migrants des villages de la province de Boulgou et 17% de migrants venant de localités plus lointaines, notamment des régions du nord (Figure 17). Ces ménages (83%), avant la mise en place du barrage, évoluaient dans des situations similaires (en matière de conditions pluviométriques, de productions et de rendements) à celles des ménages pluviaux de la zone autour du périmètre, utilisés pour faire la comparaison dans cette thèse.

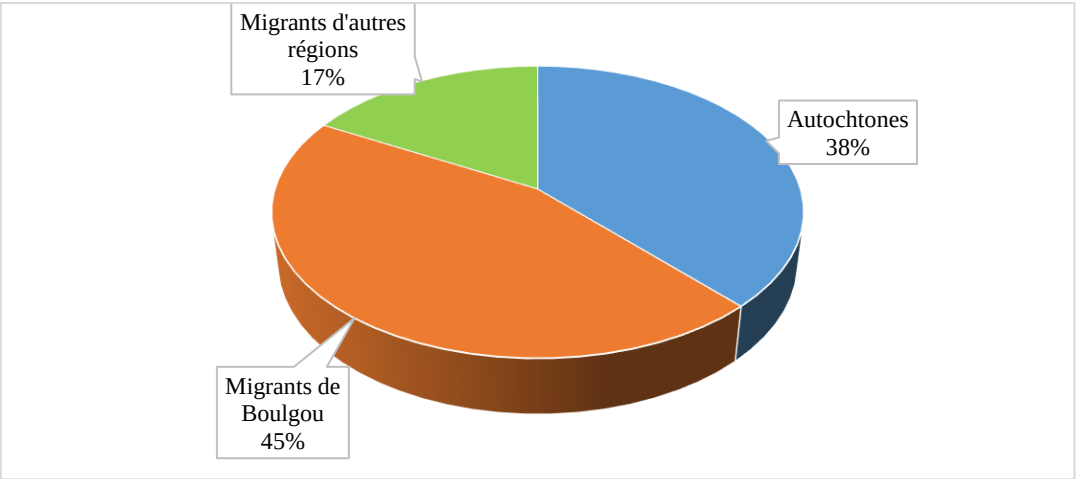


Figure 17 : Origine des ménages irrigants de l'échantillon (périmètre irrigué)
Source : auteur

3.2.1.1. Unité d'analyse et échantillonnage

La caractérisation des moyens d'existence peut s'appliquer à l'échelle de l'individu, d'un ménage, d'un groupe de ménages, d'un village, d'une région, etc. (Scoones, 1998). Dans cette thèse, l'analyse est centrée sur le ménage et ses stratégies. Elle est d'abord basée sur un travail bibliographique et de recensement des données existantes, permettant de dresser un état des lieux des connaissances, et de déterminer les besoins en enquêtes socioéconomiques complémentaires. Le ménage peut être défini comme « un groupe de personnes, chacune avec des capacités et des besoins différents, qui contribue à une économie commune et partage de la nourriture et d'autres revenus provenant de celle-ci » (Seaman *et al.*, 2000). Suivant la méthode de l'enquête permanente agricole du Burkina Faso (MAHRH, 2011), est considéré comme membre du ménage, toute personne qui y vit habituellement. Les personnes de la famille absentes depuis plus de six mois ne sont pas comptées, mais on intègre les transferts d'argent au ménage dont elles sont la source. Les personnes qui ne sont pas de la famille mais qui y vivent depuis au moins six mois ou ayant l'intention de vivre plus de six mois sont considérées comme membres. Le ménage peut être un point d'entrée approprié pour analyser la sécurité alimentaire car c'est au sein de celui-ci que sont prises les décisions importantes en matière de gestion des activités créatrices de revenu et des risques qui les affectent (Alinovi *et al.*, 2009). Dans cette thèse, c'est l'unité d'étude choisie pour mener les recherches.

Pour sélectionner un échantillon représentatif de la diversité d'une population, les individus, en fonction de leurs caractéristiques, peuvent être choisis de façon aléatoire, par stratification, ou le long d'un transect avec des règles d'exclusion (Pacini *et al.*, 2014). L'étude cherche à caractériser la situation socioéconomique des deux types de populations (ménages irrigants et ménages pluviaux) et à les comparer entre eux. L'échantillon a été choisi afin d'avoir la présence et une

certaine représentativité de ces deux groupes. Un double échantillonnage aléatoire a été adopté pour sélectionner les ménages. D'abord, 6 villages ont été aléatoirement tirés dont 3 villages dans la zone irriguée (V1B rive gauche, V4 et V9 rive droite) et 3 villages dans la zone pluviale (Boakla, Soper et Sampema). Pour chacun de ces villages, une visite préalable a été effectuée auprès des chefs et conseillers villageois pour expliquer l'objectif de l'étude, afin qu'ils puissent mobiliser la population concernée. Ensuite, un recensement des ménages qui composent chaque village a été effectué avec l'appui de ces représentants villageois. Le nombre total de ménages qui composent chaque village est résumé dans le Tableau 17. Pour les villages de la zone irriguée (villages artificiels), les listes existaient déjà et ont été récupérées auprès de Bagrépôle et actualisées avec l'appui des ménages. Enfin, avec les listes établies, un deuxième tirage aléatoire (sur Excel) de 30 ménages par village a été effectué pour constituer l'échantillon de 180 ménages.

Tableau 17 : Nombre total de ménages qui composent chaque village enquêté

	Ménages recensés (01/2017)	Ménages choisis et enquêtés
Villages (zone irriguée)		
V1b rive gauche	107	30
V4 rive droite	97	30
V9 rive droite	91	30
Villages (zone pluviale)		
Boakla	122	30
Soper	121	30
Sampema	470	30

Source : auteur

3.2.1.2. Collectes des données socioéconomiques

Les données ont été collectées en collaboration avec INSUCO Burkina (Bureau international d'études en sciences et ingénieries sociales), engagé par l'UR-GREEN (mon unité d'accueil) dans le cadre de ces enquêtes de terrain. Elles ont été financées par le projet WLE (Water Land Ecosystem) financé par la Banque Mondiale et coordonné par le CIRAD. L'équipe fournie par INSUCO était composée de 4 enquêteurs et un géographe pour le terrain, un programmeur et 3 opératrices pour la saisi et la construction de la base de données. J'ai supervisé le travail de collectes et de saisi des données lors d'une mission de terrain de 2 mois, effectuée entre décembre 2016 et février 2017.

La première phase de collecte s'est déroulée du 8 au 31 janvier 2017 et concernait les enquêtes socioéconomiques des ménages. Elle a été consacrée à la collecte de données quantitatives et la réalisation d'entretiens qualitatifs[29]. Les données recueillies concernaient les dotations en ressources telles que le capital humain (taille du ménage, travailleurs, niveau scolaire, etc.), le

[29] Voir la fiche d'enquêtes socioéconomiques en Annexe 5

capital naturel (surface agricole totale, surfaces irriguée et pluviale, etc.), le capital physique (équipements, bœufs de trait et ânes), le capital social (appartenance à des organisations paysannes, relations sociales, etc.), le capital financier (épargne, animaux, crédit, etc.), les activités extra-agricoles, les pratiques agricoles, les résultats économiques (rendements, coûts, etc.), les principaux circuits de vente des récoltes. Les questions qualitatives concernaient les perceptions des populations sur la situation économique de la zone et son évolution en matière d'accès aux ressources, de satisfaction des besoins vitaux, de sécurité alimentaire, etc.

La deuxième phase de collecte s'est déroulée du 15 au 22 février 2017 et a été consacrée à la mesure par GPS des surfaces agricoles déclarées par les paysans lors de la première phase des enquêtes. Dans les villages artificiels (périmètre irrigué), les surfaces ont été déjà mesurées, notamment les champs attribués. Donc, ce travail de terrain concernait uniquement les 3 villages de la zone pluviale, mais compte tenu du temps et des moyens financiers limités, seules les surfaces à Boakla ont été mesurées. Dans les 2 autres villages, les données sur les tailles des champs se basent donc sur les déclarations des ménages enquêtés. Plus de 400 champs ont été mesurés et 17 spéculations recensées dans le village de Boakla (Figure 18).

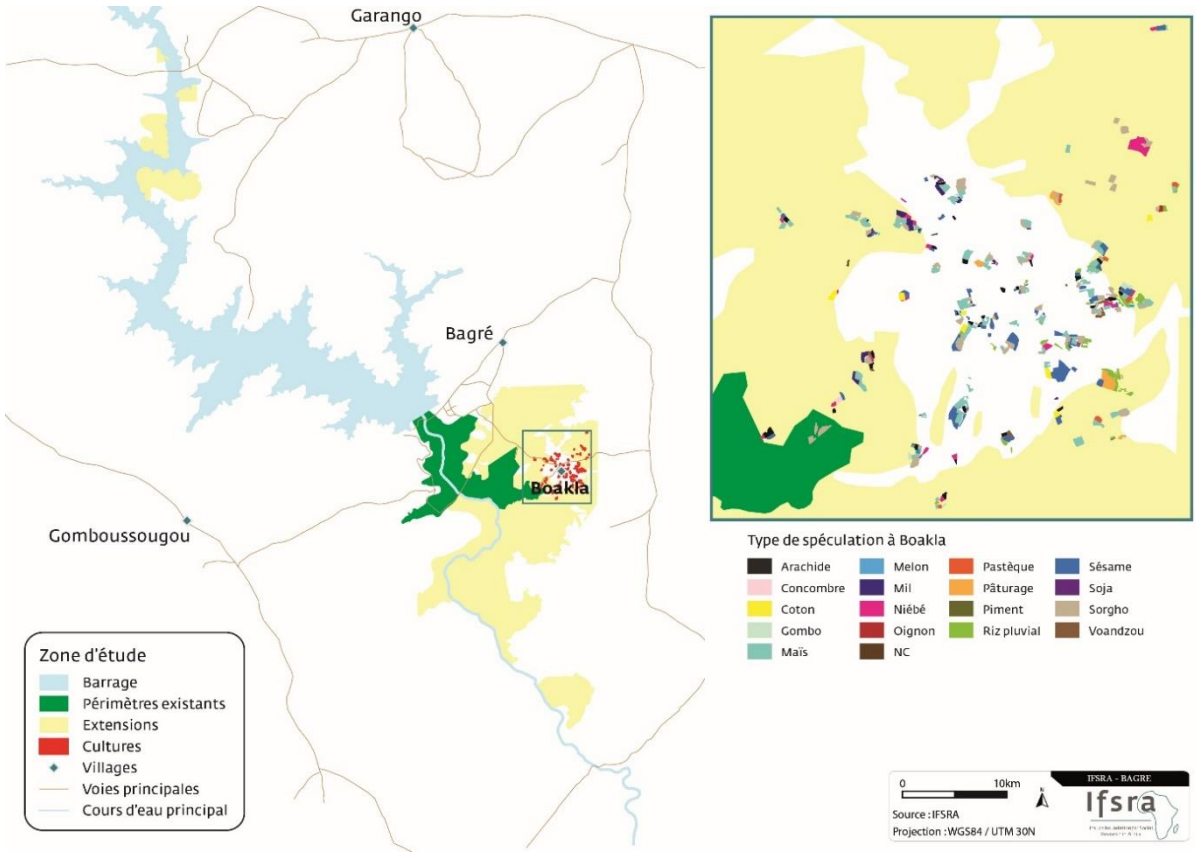


Figure 18 : Localisation des champs mesurés dans le village de Boakla
Source : Ifsra Burkina

Les données collectées ont été analysées à l'aide des logiciels SPSS, Excel, et R. Le diagnostic cherche à déterminer l'état actuel de pauvreté, des insécurités alimentaire et économique et des mécanismes à l'œuvre ayant conduit à la situation observée. Les ménages ont été d'abord catégorisés en sous-types homogènes en fonction de leurs dotations en ressources et leurs capacités à satisfaire leurs besoins. Une méthode séquentielle composée d'une analyse en composantes principales et d'une analyse de clusters a été appliquée pour réaliser la typologie des ménages agricoles (voir le chapitre 4 pour le détail de la méthode et les résultats). Ensuite, la capacité de chaque ménage type à satisfaire ses besoins monétaires et alimentaires a été analysée. Pour ce faire, des indicateurs socioéconomiques ont été estimés et comparés à différents seuils usuels (seuil de pauvreté monétaire et seuils alimentaires) permettant ainsi de caractériser la situation économique et alimentaire des populations enquêtées (voir le chapitre 5 pour le détail de la méthode et les résultats). Pour enrichir ce diagnostic, les résultats ont été présentés à la population à travers l'organisation de plusieurs ateliers participatifs, afin d'affiner les résultats.

3.2.1.3. Ateliers participatifs de focus groupes

Le premier objectif des ateliers de focus groupes était de co-construire le diagnostic socioéconomique en intégrant la perception des personnes enquêtées. Ainsi, six ateliers de restitution ont été organisés (1 par village enquêté), du 28/11/2017 au 08/12/2017 lors d'une mission de terrain de 2 mois. J'ai animé ces ateliers en collaboration avec un de mes encadrants de thèse. Toutes les animations ont été réalisées principalement en langue locale mooré[30]. Les verbatims reportés dans les résultats ont été donc traduits en français. Les ménages enquêtés en janvier 2017 ont été tous invités aux ateliers mais dans chaque village, d'autres ménages non enquêtés se sont joints aux discussions (Tableau 18). Pour lancer le débat, des posters (Annexe 6) synthétisant les situations stylisées (sous formes de narratives) de chaque ménage type identifié, ont été présentés à la population. Après chaque présentation, les participants ont été invités à donner leur point de vue sur les ménages décrits : que pensez-vous des situations contrastées décrites ? Ces types existent-ils dans votre village ? Les prises de paroles ont été régulées par l'animateur pour permettre à une majorité de personnes de s'exprimer afin de capter la diversité des opinions. Les seuils usuels utilisés dans le diagnostic (seuil de pauvreté monétaire et seuil de consommation alimentaire) ont été également débattus afin d'avoir la perception des ménages sur ce qui est suffisant pour assurer leurs sécurités alimentaire et économique. Pour y parvenir, il a été d'abord demandé à la population de définir les critères de pauvreté (*naongo*, en *mooré*). Ensuite, en se basant sur les approches subjectives de l'analyse de la pauvreté (Stanovnik, 1992 ; Sy, 2013), les participants ont été amenés à estimer, selon eux, le revenu minimum qu'ils considèrent comme nécessaire pour satisfaire les

[30] Le choix de la langue a été fait par les participants pour permettre une meilleure compréhension des discussions.

besoins de base et pouvoir couvrir les charges de production de l'année suivante. En somme, le revenu monétaire qui permettrait d'assurer leur sécurité économique (*laog kêgsgo la koglgo*, en *mooré*). Pour permettre aux participants à nos ateliers d'avoir un repère de réflexion et leur faciliter l'estimation du montant, un ménage moyen de 10 consommateurs dont 5 actifs a été considéré. Chaque actif doit donc prendre en charge 1 personne en plus de lui-même, et doit financer les charges au minimum de 0,5 ha pour la zone irriguée et 1 ha pour la zone pluviale. La méthode a été également répétée pour l'estimation du seuil de consommation alimentaire. Ces seuils participatifs ont été confrontés aux seuils usuels prédéfinis que nous avons utilisés, permettant ainsi d'affiner les résultats de la caractérisation économique et alimentaire (voir chapitre 5).

Tableau 18 : Nombre de participants aux ateliers (novembre et décembre 2017)

	Date et heure de l'atelier	Nombre de participants
Zone irriguée		
V1b rive gauche	7 décembre (10h – 12h)	32
V4 rive droite	28 novembre (13h – 16h)	35
V9 rive droite	8 décembre (9h – 11h)	30
Zone pluviale		
Boakla	8 décembre (14h – 16h)	40
Soper	29 novembre (9h – 12h)	50
Sampema	29 novembre (13h – 16h)	45

Source : auteur

3.2.2. Evaluation de la vulnérabilité

Le second objectif de ces ateliers participatifs était de recueillir des données complémentaires à l'analyse de la vulnérabilité des ménages. Nous nous intéressons dans cette thèse à la vulnérabilité à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire définie ici comme le risque que l'accès du ménage à la nourriture ou au revenu soit réduit en dessous d'un certain seuil (pauvreté, alimentaire), suite à l'apparition d'un événement aléatoire ou déterministe, récurrent ou occasionnel (Chaudhuri *et al.*, 2002 ; Holzmann *et al.*, 2008). En s'appuyant sur le cadre d'analyse que nous avons adapté à la zone de Bagré (Figure 16), la démarche consistait à identifier les aléas et les risques auxquels sont confrontées les ressources mobilisées et les activités menées par les ménages, leurs probabilités d'occurrence et, en même temps, la part des ressources soumise à chacun de ces aléas et risques. Cela permet de définir le degré d'exposition du ménage et donc sa vulnérabilité à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire. Ces aléas ont été identifiés en combinant une analyse basée sur des séries temporelles historiques et une analyse basée sur la perception locale (individuelle et collective) des ménages enquêtés (Choularton *et al.*, 2015 ; Maxwell *et al.*, 2015). La revue des données historiques de la zone a concerné les études antérieures, les données pluviométriques, les chocs recensés, les séries de prix des productions agricoles, des rendements, etc. Elle permet ainsi de confronter les résultats bibliographiques à la perception locale afin de réduire les biais d'analyse. Les perceptions individuelles ont été recueillies lors des enquêtes socioéconomiques décrites ci-

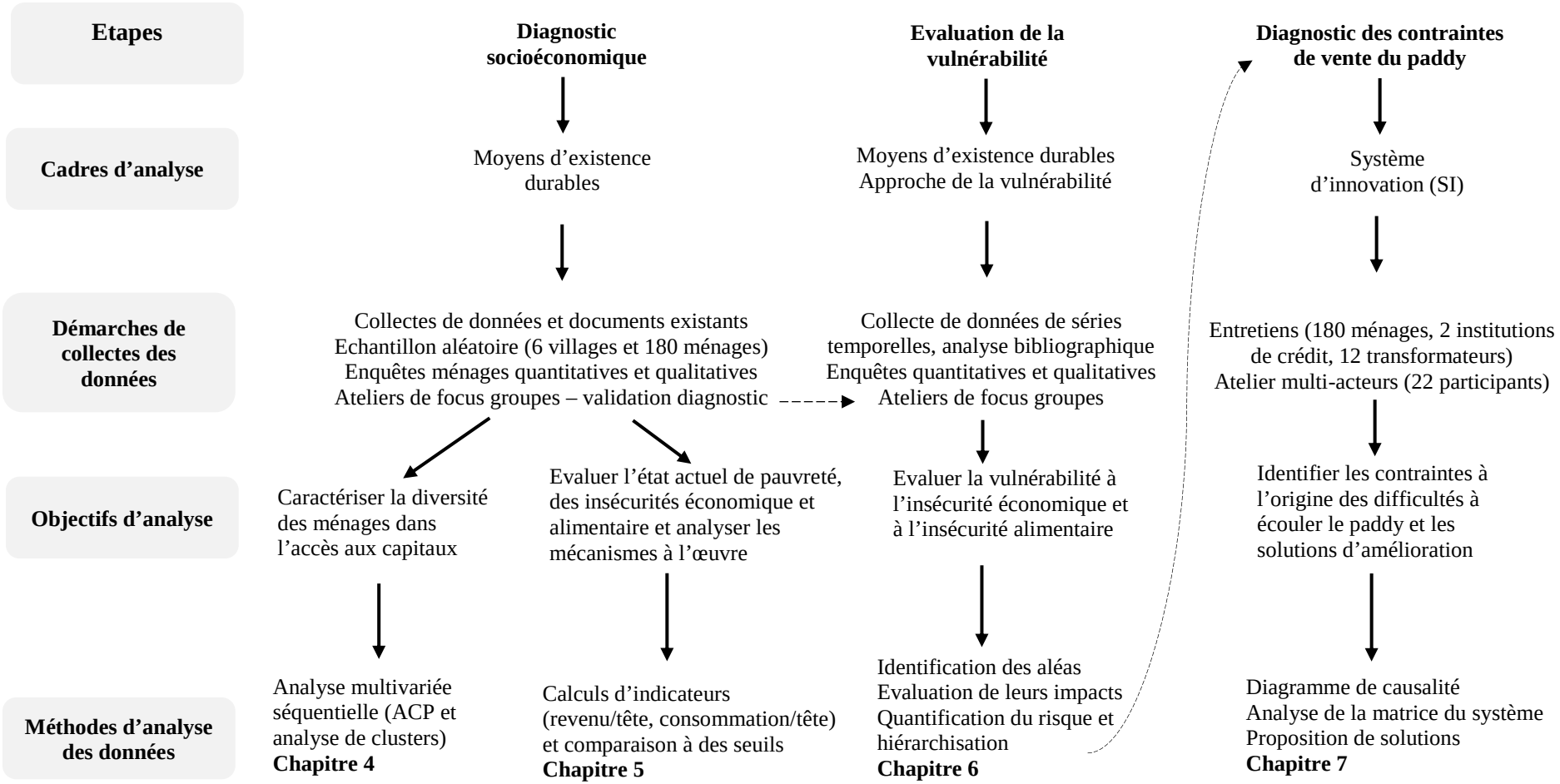
dessus. Il a été demandé à chacun des ménages, de lister les mauvaises années vécues ces 15 dernières années, les aléas auxquels elles étaient associées, les conséquences subies sur la production, le revenu, la consommation et les stratégies d'adaptation adoptées pour y faire face. Ces collectes de données ont permis d'identifier les facteurs directs et indirects liés à la vulnérabilité (Swift, 1989) et de capturer les chocs idiosyncratiques (Choularton *et al.*, 2015). La perception collective des risques de vulnérabilité a été recueillie lors des ateliers participatifs de focus groupes. Pour ce faire, nous avons posé les questions suivantes : qu'est-ce qui caractérise pour vous une mauvaise année ? Cette première question nous a permis de lister les risques/aléas. Ensuite, nous avons déterminé l'occurrence de chaque aléa identifié par la question suivante : combien de fois ce type d'aléa vous arrive tous les 5 ans, 10 ans ou 20 ans ? Que faites-vous pour faire face à ces mauvaises années (adaptation collective) ? Suite à ces questions, les conséquences de ces aléas/risques ont été estimées à travers la question suivante : combien de sacs de récolte perdez-vous par rapport à ce que vous récoltez d'habitude en année normale ? Enfin, les participants ont été invités à classer par ordre d'importance leurs préoccupations. Ces préoccupations sont liées aux aléas et risques identifiés, et à d'autres contraintes auxquelles ils font face dans la zone. L'objectif de cette dernière question est de déterminer la préoccupation la plus pressante pour les ménages enquêtés et de rechercher des solutions visant à améliorer leur situation économique et alimentaire. Ces analyses de focus groupes permettent ainsi de déterminer l'exposition, la nature de la vulnérabilité et l'adaptation collective (Smit et Wandel, 2006). L'analyse des données est présentée en détail dans le chapitre 6. Pour chaque aléa/risque, nous évaluons d'abord son impact ex ante sur le revenu et sur la consommation et ainsi comment le ménage pourrait basculer dans la pauvreté et l'insécurité alimentaire si de tel aléa survient. Les impacts sur le revenu ont été quantifiés et hiérarchisés permettant ainsi de déterminer selon nos calculs l'importance de chaque risque, que nous confrontons ensuite à la hiérarchisation des préoccupations faites par les populations. Cette analyse a permis d'identifier les difficultés d'écoulement du riz parmi les risques les plus importants dans la zone. Ce qui a conduit à analyser les causes de ces problèmes de vente de riz et les solutions pour améliorer la situation.

3.2.3. Diagnostic des contraintes de vente du paddy

Les difficultés à écouler le riz paddy a fait l'objet d'une analyse plus approfondie (cf. chapitre 7). D'abord, une revue bibliographique et des interviews ont été menées auprès des principaux acteurs de la filière (2 institutions de crédit, 12 promoteurs d'usines locales de transformation) en décembre 2017. L'objectif de ces démarches était de faire un diagnostic de la filière riz et d'identifier les goulots d'étranglement, à l'origine de la hausse des risques de commercialisation auxquels font face les petits producteurs de Bagré. Ensuite, en mobilisant le cadre des systèmes d'innovation (van

Mierlo *et al.*, 2010a, 2010b), deux instruments ont été utilisés pour rendre compte de ce diagnostic aux acteurs concernés à travers un atelier. L'objectif était de discuter des contraintes techniques, organisationnelles et institutionnelles identifiées, afin que les acteurs valident la représentation de la situation de la filière et proposent des plans d'actions et solutions permettant de réduire ces problèmes. L'atelier multi-acteurs a été organisé le 15 janvier 2019 et a réuni 22 participants (riziculteurs, financiers, transformateurs, aménageur). La méthode d'analyse des données est présentée dans le chapitre 7 : un diagramme de causalité a été construit afin d'identifier les causes premières des difficultés d'écoulement du paddy. Enfin, le système de la chaîne de valeur a été analysé afin d'identifier les acteurs et les facteurs qui facilitent ou entravent le fonctionnement de ce système. L'ensemble de la méthodologie générale de la thèse est résumé dans la Figure 19.

Figure 19 : Résumé des étapes de la démarche méthodologique générale de collectes et d'analyses des données



Source : auteur

4. Conclusion

L'objectif de ce chapitre était de décrire la méthodologie générale de collectes des données de terrain. La thèse vise à évaluer la pauvreté, l'insécurité alimentaire et la vulnérabilité des ménages agricoles du périmètre irrigué de Bagré. Une approche pluridisciplinaire et systémique de la situation des acteurs étudiés, alliant plusieurs cadres d'analyse a été adoptée. D'abord, l'approche par les moyens d'existence durables, est mobilisée pour analyser l'accès du ménage aux ressources et les stratégies que celui-ci adopte pour satisfaire ses besoins essentiels, en se basant sur des enquêtes ménages quantitatives et qualitatives et une démarche participative. Ensuite, suivant l'analyse de la vulnérabilité, on liste les aléas auxquels sont confrontées les ressources mobilisées, leurs probabilités d'occurrence et, en même temps, la part des ressources soumise à chacun de ces risques, ce qui permet de définir le degré d'exposition du ménage et donc sa vulnérabilité aux chocs. Ces analyses sont basées sur une combinaison d'une approche subjective basée sur les perceptions des ménages, recueillies à travers l'organisation des ateliers participatifs, et une approche objective basée sur des revues documentaires et la collecte de données historiques. Enfin, la thèse mobilise le cadre des systèmes d'innovation pour identifier les facteurs à l'origine des risques d'écoulement du riz paddy, considérés comme le plus important aléa dans la zone, et les solutions d'amélioration de la situation, en se basant sur l'organisation d'un atelier multi-acteurs.

PARTIE II : ANALYSES DES DONNEES ET RESULTATS

Chapitre 4. Caractérisation de la diversité des ménages agricoles dans l'accès aux ressources : une analyse statistique multivariée

1. Introduction

La diversité des ménages agricoles au niveau d'un territoire ou d'une région donnée, est reconnue et de plus en plus traitée dans les études socioéconomiques. L'approche par les moyens d'existence préconise une prise en compte de cette hétérogénéité qui existe au sein des différents groupes sociaux (DFID, 1999). L'analyse peut se faire à l'échelle de l'individu, du ménage ou d'un groupe de ménages, etc. (Scoones, 1998). Dans cette thèse, notre analyse est centrée sur le ménage agricole, considéré comme une unité complexe à étudier, en raison des éléments qui le composent ainsi que leurs interactions (Perrot, 1990). Chaque ménage est unique selon sa dotation en ressources et les contraintes auxquelles il fait face (Soule, 2001 ; Köbrich *et al.*, 2003). Les différences dans l'accès aux capitaux entre ménages déterminent leur vulnérabilité aux chocs (Ellis, 2003).

L'objectif principal de la thèse est d'analyser la contribution du périmètre irrigué à la réduction de la pauvreté, des insécurités économique et alimentaire et de la vulnérabilité des ménages agricoles. Pour une analyse fine et détaillée, prenant en compte leur diversité, chaque ménage devrait être étudié individuellement compte tenu de la spécificité de ses caractéristiques. Mais dans la pratique, cela paraît difficile en raison du temps à consacrer car les échantillons doivent contenir un nombre élevé de ménages pour être représentatifs. Pour pallier à cela, la population peut être désagrégée en sous-groupes aussi homogènes que possible, ce qui revient à construire une typologie des ménages agricoles. Cette méthode paraît efficace pour rendre compte de l'hétérogénéité des systèmes agricoles (Righi *et al.*, 2011). Le mot « typologie désigne à la fois, la science de l'élaboration de type, conçue pour aider à analyser une réalité complexe et à ordonner des objets différents (exploitations par exemple), et le système des types résultant de cette procédure » (Landais, 1998). Sa construction revient à faire émerger des exploitants types représentant chacun un ensemble de ménages aux caractéristiques proches, réduisant ainsi la grande hétérogénéité de la population (Alvarez *et al.*, 2018). Une typologie est meilleure lorsque les ménages d'un même type présentent autant de similarité que possible à l'intérieur et de dissemblance avec les autres types (Köbrich *et al.*, 2003).

Plusieurs méthodes ont été développées pour construire les typologies des exploitations agricoles. Elles peuvent être regroupées en deux grandes catégories (Saravia Matus *et al.*, 2013 ; Alvarez *et al.*, 2014) : (i) la méthode à dire d'experts (Perrot, 1990 ; Landais, 1998 ; Pacini *et al.*, 2014) qui

consiste à regrouper les ménages en fonction de critères discriminants prédéfinis selon la connaissance et la logique des experts et des acteurs de la zone étudiée. Cette méthode présente l'avantage d'être peu couteuse en temps et en argent (Landais, 1998). (ii) la méthode statistique multivariée qui est souvent appliquée lorsque l'on dispose de données détaillées (Köbrich *et al.*, 2003), est l'une des méthodes les plus couramment utilisées. Cette dernière méthode peut être réalisée, soit par une analyse séquentielle qui consiste à réaliser d'abord une analyse en composantes principales pour réduire le grand nombre de variables de classification en quelques facteurs, utilisés ensuite comme variables discriminantes pour une analyse de clusters (Blazy *et al.*, 2009 ; Tittonell *et al.*, 2010 ; Zorom *et al.*, 2013 ; Righi *et al.*, 2011 ; Todde *et al.*, 2016) ; soit directement par une analyse de clusters où les facteurs sont les variables de classification elles-mêmes (Donovan et Poole, 2014 ; Ricome *et al.*, 2017). Dans l'objectif d'intégrer plusieurs variables, l'analyse statistique séquentielle est appliquée ici.

Chaque typologie est différente en fonction de l'unité d'analyse choisie, de l'objectif recherché et des variables de classification utilisées (Whatmore, 1994). L'objectif de notre typologie est de regrouper les ménages agricoles en fonction de leurs accès aux ressources et leurs capacités à satisfaire leurs besoins, suivant le cadre d'analyse des moyens d'existence (Scoones, 1998 ; Bebbington, 1999). La démarche méthodologique s'appuie sur une analyse statistique multivariée, comprenant l'analyse en composantes principales et l'analyse de clusters, et basée sur l'échantillon aléatoire des 180 ménages choisis dans les six villages du périmètre irrigué de Bagré. Le résultat permettra avec cet échantillon plus large de ménages, de tester la validité de l'existence de plusieurs types de ménages identifiés antérieurement dans la zone à travers une typologie à dire d'experts avec un nombre restreint de ménages agricoles.

Le reste du chapitre est divisé en quatre parties. La deuxième partie décrit la méthode d'analyse multivariée (ACP et analyse de clusters) appliquée. Dans la partie 3, sont présentés les principaux résultats statistiques obtenus (facteurs retenus et interprétation, nombre de ménages types identifiés et leurs caractéristiques). La partie 4 est consacrée à une description détaillée des capitaux de subsistance de chaque type de ménages. La discussion et la conclusion sont présentées dans la cinquième partie.

2. Analyse statistique multivariée

Pour caractériser la diversité des ménages agricoles, une typologie a été réalisée en appliquant (*sur les logiciels SPSS et R*) une analyse multivariée, comprenant successivement une analyse en composantes principales et une analyse de clusters. Les ménages types identifiés sont ensuite validés par des tests statistiques.

2.1. Analyse en composantes principales (ACP)

L'ACP sert à transformer les variables quantitatives corrélées (*variables discriminantes*) en variables non corrélées (Blazy *et al.*, 2009). Ces variables non corrélées appelées « facteurs principaux », résument les informations contenues dans les variables quantitatives discriminantes (variables qui servent à distinguer les ménages en types). L'objectif de l'ACP est de réduire la dimension du plan factoriel pour rendre la classification des ménages plus efficace et une interprétation plus simple des résultats. La procédure contient plusieurs étapes.

2.1.1. Sélection des variables discriminantes

La sélection des variables discriminantes ou variables clés est la première étape de la réalisation de l'ACP. Cette étape est importante car le degré de subjectivité de la typologie dépendra des variables choisies. Le choix devrait se limiter à un petit nombre de variables afin de faciliter une bonne classification et une interprétation des ménages types qui seront constitués (Kostrowicki, 1977). Il est recommandé d'appliquer le critère d'une variable clé pour cinq observations, c'est-à-dire que le nombre d'observations doit être au moins cinq fois supérieur au nombre de variables (Hair JR *et al.*, 2010). Les variables sélectionnées ici (Tableau 19) sont basées sur l'objectif de la typologie et sur les résultats antérieurs dans la zone (Alvarez *et al.*, 2014). Elles sont classées selon les capitaux de moyens d'existence :

- *Capital humain* – deux variables du capital humain ont été choisies : *la taille du ménage* qui constitue l'ensemble des personnes qui composent la famille et *les actifs familiaux* qui représentent l'ensemble des travailleurs de la famille, c'est-à-dire les membres en âge de travailler (15-64 ans). Les inactifs du ménage étant composés des personnes qui ne sont ni travailleurs ni à la recherche d'un emploi (personnes âgées au foyer, invalides, enfants, etc.).
- *Capital naturel* – les variables sélectionnées sont : *la surface agricole totale,* c'est-à-dire toutes les terres exploitées par le ménage. Il s'agit des surfaces consacrées à la production agricole et celles destinées éventuellement à l'élevage. Cette surface totale est composée d'une *surface irriguée,* qui détermine l'accès des ménages irrigants au périmètre et la pratique du maraîchage par les ménages pluviaux, et d'une *surface pluviale* consacrée aux céréales traditionnelles, oléagineux, etc.
- *Capital physique* – dans cette catégorie est sélectionnée la variable *niveau d'équipements* du ménage qui comptabilise les principaux équipements qui entrent dans le processus de production à savoir les charrues, les herses, les charrettes, les motopompes, etc. Les petits outils comme la daba, la pioche, etc. ne sont pas comptabilisés.

- *Capital financier* – ici est retenue la variable *cheptel total* qui est composée de l'ensemble du bétail du ménage (chèvres, moutons, bœufs, porcs, etc.) et de la volaille. Précisons que certains animaux sont considérés comme du capital physique (bœufs de trait et ânes), mais sont comptabilisés dans la variable cheptel total. Deux ratios ont été choisis à savoir la part du bétail (*ratio bétail*) et la part de la volaille (*ratio volaille*).
- *Activités extra-agricoles* (plus précisément extra-exploitation agricole familiale) – elles désignent les stratégies dans lesquelles sont engagés les ménages en dehors de leurs fermes. Elles sont représentées ici par la variable discriminante *revenu extra-agricole/actif*. Il est calculé comme la somme totale des revenus provenant des activités non agricoles (commerce, artisanat, orpaillage, transferts, etc.) et hors exploitation familiale (salariat agricole), rapportée au nombre total des actifs qui composent le ménage. Elle est exprimée en FCFA/actif/an.

Tableau 19: Récapitulatif des variables clés sélectionnées pour l'analyse statistique multivariée

Variables	Code ACP	Unité	Retenues pour ACP
Capital humain			
Taille du ménage	TAI_MEN	Personnes	
Actifs familiaux	ACT_FAM	Personnes	✓
Capital naturel			
Surface agricole totale	SAU_TOT	Ha	✓
Surface irriguée	SAU_IRR	Ha	✓
Surface pluviale	SAU_PLU	Ha	
Capital physique			
Equipements	NB_EQUI	Nombre total	✓
Capital financier			
Cheptel total	CHE_TOT	Têtes	✓
Ratio bétail	R_BET	%	
Ratio volaille	R_VOL	%	
Activités extra-agricoles			
Revenu extra-agricole/actif	REV_ACT	FCFA	✓

Source : auteur

2.1.2. Contrôle des données utilisées

L'ACP est sensible aux valeurs extrêmes. Une observation est dite extrême lorsqu'elle possède des caractéristiques qui permettent de la distinguer des autres observations (Hair JR *et al.*, 2010). Les données doivent être vérifiées avant toute ACP. Pour ce faire, les boîtes à moustaches des variables discriminantes sélectionnées ont été analysées (Alvarez *et al.*, 2014 ; Kuivanen *et al.*, 2016). Certaines valeurs extrêmes identifiées ont été supprimées dès le début et d'autres au cours du processus de l'ACP. Les variables choisies doivent remplir certaines conditions statistiques comme avoir une distribution symétrique et normale, afin de rendre les résultats plus robustes (Hair JR *et al.*, 2010). Si ces conditions ne sont pas respectées, certaines variables peuvent être transformées en utilisant l'une des fonctions telles que le logarithmique, la racine carrée, la valeur centrée réduite, etc. (Hair JR *et al.*, 2010 ; Tittonell *et al.*, 2010 ; Alvarez *et al.*, 2014). Les formes de

transformations retenues peuvent être celles qui procurent le meilleur résultat en matière de symétrie de distribution. Dans cette étude, certaines variables ont été transformées en logarithme ou en racine carrée selon la meilleure distribution qu'elles donnaient. Les facteurs principaux sont extraits par le biais de la matrice de corrélation des variables.

2.1.3. Tests d'adéquation et analyse des coefficients de corrélation

Une forte corrélation entre deux variables augmente le poids de l'information qu'elles apportent dans l'analyse multivariée (Alvarez *et al.*, 2014). L'une des variables doit être supprimée car elle n'apporte pas d'information supplémentaire mais de la redondance, ce qui réduit le poids des informations apportées par les autres variables discriminantes. Les coefficients de corrélation partielle ont été analysés et certaines variables clés ont été supprimées au fur et à mesure du processus de l'ACP. Il faut veiller à avoir un certain équilibre entre le nombre de variables de chaque aspect du système (variables expliquant la même chose) afin d'éviter le biais dans la construction de la typologie (Blazy *et al.*, 2009).

Pour que l'ACP soit réalisable, les variables choisies doivent avoir un minimum de corrélation entre elles, sans quoi, il serait impossible d'extraire des facteurs principaux contenant le maximum d'information. Deux tests sont appliqués : (i) *le test de sphéricité de Bartlett* qui teste l'hypothèse nulle que la matrice de corrélations partielles entre les variables discriminantes est une matrice identité. Dans le cas où la matrice est identitaire, cela signifie que toutes les paires de corrélations partielles sont nulles et donc l'ACP est irréalisable. Le seuil de significativité du test est de 5%. Si la p-value est < 0,05, on rejette l'hypothèse nulle d'identité de la matrice, et dans le cas où la p-value > 0,05, on ne rejette pas l'hypothèse nulle de matrice identitaire. (ii) *L'indice KMO* (Kaiser-Meyer-Olkin) est un indicateur qui mesure l'adéquation de l'échantillon à la réalisation de l'ACP. Sa valeur est comprise entre 0 et 1 et l'indice doit être au moins supérieur à 0,50 pour que l'échantillon soit adéquat à la réalisation de l'ACP (Iraizoz *et al.*, 2007).

2.1.4. Nombre de facteurs principaux à retenir

L'objectif de l'ACP est de réduire la dimension des variables discriminantes en quelques facteurs principaux. Ces facteurs sont extraits soit par la matrice de corrélation, soit par la matrice de variance-covariance. Le nombre de facteurs principaux à retenir est basé sur plusieurs critères (Hair JR *et al.*, 2010) que sont le critère de Kaiser (retenir uniquement les facteurs ayant des valeurs propres > 1), le critère de la variance minimale (variance cumulative totale expliquée par les facteurs au moins > 60%), l'objectif de la recherche, etc. Pour cette thèse, le choix des facteurs s'appuie sur une combinaison de trois critères à savoir celui de Kaiser, de la variance minimale et de l'interprétation des facteurs (Kuivanen *et al.*, 2016). Cela implique que les facteurs retenus doivent

remplir les conditions : valeurs propres > 1 et/ou variance cumulée > 60%. Pour la rotation des facteurs, nous appliquons la méthode de rotation orthogonale Varimax avec normalisation de Kaiser, afin de rendre efficace l'interprétation des résultats (Joffre et Bosma, 2009).

2.2. Analyse de clusters

Une fois l'ACP terminée, les facteurs extraits servent maintenant de variables discriminantes et sont utilisés dans la catégorisation des ménages en sous-classes homogènes. Cette méthode s'appelle l'analyse de clusters ou de grappes. Cette technique vise à classer les ménages agricoles selon leur ressemblance dans des sous-groupes non vides et hétérogènes (appelés ménages types), mais qui contiennent des entités (ménages) présentant une très grande similarité (Gebauer, 1987). La classification peut se faire par deux méthodes (Alvarez *et al.*, 2014) :

- *Classification ascendante hiérarchique (CAH)*. Elle consiste à regrouper les ménages progressivement selon leur ressemblance définie à travers un indicateur de dissemblance (Blazy *et al.*, 2009 ; Sierra *et al.*, 2017). Dans l'étape initiale de l'algorithme, le nombre de classes est égal à la taille de l'échantillon, chaque ménage constituant 1 classe. Dans les phases suivantes, les ménages sont regroupés en fonction de leur similarité et ainsi de suite jusqu'à obtenir une seule classe. Ce processus permet de construire un graphique appelé dendrogramme.
- *Classification non hiérarchique (CH).* Elle consiste à regrouper les ménages dans des classes disjointes où le nombre de classes K, est fixé par avance.

Ces deux méthodes peuvent être combinées pour réaliser la classification. Dans ce cas, la CAH permettra de déterminer le nombre de clusters et la CH servira à déterminer le centre de chaque classe. Dans nos travaux, la classification des ménages a été réalisée par une combinaison de la méthode *Ward* (distance euclidienne) et la méthode *K-means* (Michielsens *et al.*, 2002 ; Joffre et Bosma, 2009 ; Bidogeza *et al.*, 2009 ; Stensland, 2012 ; Gelasakis *et al.*, 2012 ; Goswami *et al.*, 2014). La méthode Ward est une classification ascendante hiérarchique qui permet de regrouper les individus en augmentant l'inertie totale intra-classe (Blazy *et al.*, 2009). Elle a permis d'identifier le nombre de types de ménages dans la zone irriguée et les types dans la zone pluviale. Ensuite, la méthode k-means (k = nombre de types identifiés) a été appliquée comme classification non hiérarchique. Elle permet de partitionner les ménages en k-classes mutuellement exclusives, chacune définie par son centre et le nombre de ménages qui l'appartiennent (Lletí *et al.*, 2004). L'algorithme permet de déplacer les ménages sur toutes les classes afin d'obtenir une typologie où dans chaque classe, la somme des distances entre la position de chaque ménage de la classe et le centre est la plus petite possible. Le choix de cette méthode est justifié par son efficacité à produire des ménages types très homogènes à l'intérieur et bien séparés à l'extérieur (Lletí *et al.*, 2004).

2.3. Tests de validation des ménages types

Une fois l'analyse par grappes terminée, des tests statistiques (*Anova* et *tests post-hoc*) doivent être effectués pour valider statistiquement les ménages types identifiés. Le test d'analyse de la variance (Anova) permet de tester la différence des moyennes des variables des différents types de ménages constitués. L'hypothèse nulle teste l'égalité des moyennes entre les types et l'hypothèse alternative implique qu'au moins 2 ménages types ont des moyennes statistiquement différentes. Ce test montre si une différence globale significative existe ou pas entre tous les types, mais ne permet pas de voir les différences existantes entre les types pris deux à deux. L'application des *tests post-hoc* permet de lever cette limite. Ils ne sont appliqués que lorsque l'hypothèse nulle est rejetée dans le test one way (Anova). Plusieurs tests post-hoc existent avec leurs avantages et inconvénients, certains appliqués lorsque la condition d'homogénéité des variances est respectée et d'autres, lorsque les variances sont hétérogènes. Dans cette étude, le test de Games-Howell est appliqué lorsque les variances sont hétérogènes, car il présente l'avantage d'être indifférent à la différence de tailles des sous-échantillons des ménages types (Schmitzberger *et al.*, 2005). Pour les variables dont les variances sont homogènes, c'est le test de Bonferroni qui est appliqué.

3. Résultats de la typologie

L'échantillon contient 180 ménages et est composé de deux groupes : « les ménages irrigants », au nombre de 117, sont ceux qui exploitent les parcelles rizicoles irriguées du périmètre. On y retrouve dans ce groupe, des ménages installés dans les villages artificiels et quelques ménages qui habitent les villages environnants. « Les ménages pluviaux », au nombre de 63, sont ceux qui n'ont pas accès au périmètre irrigué, ils habitent tous en zone pluviale. L'analyse multivariée (ACP et analyse de clusters) a été réalisée pour chaque groupe séparément (ACP zone irriguée et ACP zone pluviale). Les individus sont numérotés de 1 à 180, en fonction de la progression dans les enquêtes et donc indépendamment de leur appartenance à la zone irriguée ou à la zone pluviale.

3.1. Résultats de l'ACP

Pour réaliser l'ACP, certaines observations identifiées comme valeurs extrêmes ont été retirées, soit au total 15 ménages pour l'ACP zone irriguée et 3 ménages pour l'ACP zone pluviale. Ces valeurs extrêmes ont été analysées à partir des boîtes à moustaches et à travers la représentation des individus sur les plans factoriels[31]. L'objectif étant de toujours minimiser l'influence de ces valeurs extrêmes, notamment le biais que celles-ci peuvent générer dans les résultats. Finalement, 102 ménages irrigants et 60 ménages pluviaux ont été étudiés (ACP finales). Pour améliorer la symétrie

[31] Pour une description complète des deux ACP, voir l'Annexe 8 pour les étapes de la procédure réalisée pour la zone irriguée et l'Annexe 9 pour les étapes de la procédure réalisée pour la zone pluviale.

des distributions, certaines variables ont été transformées en logarithme ou en racine carrée. Sur les 10 variables introduites au départ, seules 6 d'entre elles ont été retenues dans l'ACP finale aussi bien pour la zone irriguée que pour la zone pluviale (Tableau 19). Les variables telles que surface pluviale, ratio de volaille, ratio de bétail et taille du ménage ont été retirées au cours du processus afin de s'assurer de l'absence d'une importante corrélation avec d'autres variables. Les six variables utilisées ont des coefficients de corrélation partielle relativement faibles (Tableau 20).

Tableau 20: Matrice de corrélation des variables clés rétenues

	Actifs familiaux	Surface totale	Surface irriguée	Taille animaux	Equipements	Revenu extra/actif
Zone irriguée						
Actifs familiaux	1					
Surface totale	**0,34**	1				
Surface irriguée	0,01	-0,09	1			
Taille animaux	**0,31**	**0,33**	-0,14	1		
Equipements	0,21*	**0,27**	0,12	**0,43**	1	
Revenu extra/actif	0,05	-0,10	0,17*	-0,03	0,12	1
Zone pluviale						
Actifs familiaux	1					
Surface totale	**0,31**	1				
Surface irriguée	0,05	**0,45**	1			
Taille animaux	**0,39**	0,29*	**0,32**	1		
Equipements	**0,52**	**0,60**	**0,33**	**0,44**	1	
Revenu extra/actif	-0,25*	0,11	0,29*	0,06	0,02	1

Les valeurs en gras sont les coefficients significatifs au seuil de 1% (P-value <0,01). Les valeurs avec * sont les coefficients significatifs au seuil de 5% (P-value < 0,05). (*Source : auteur)*

3.1.1. Description des facteurs retenus

Trois facteurs principaux ont été retenus pour l'ACP zone irriguée et deux facteurs pour l'ACP zone pluviale (Tableau 21). Sur la base du critère de kaiser (valeur propre > 1), seuls les 2 premiers facteurs (PC1 et PC2), devraient être retenus en zone irriguée, mais l'information totale expliquée est inférieure à 60%. L'ajout du facteur PC3 augmente la variance totale expliquée qui passe à 68% et valide ainsi la condition de la variance cumulative minimale. En zone pluviale, seuls les 2 premiers facteurs (PC'1 et PC'2) ont été retenus car remplissant à la fois les conditions de Kaiser et de la variance cumulative. En somme, l'ACP zone irriguée a permis de réduire le nombre de variables de 6 à 3 facteurs, résumant 68% de l'information initiale et l'ACP zone pluviale a réduit les 6 variables en 2 facteurs avec 65% de l'information.

Tableau 21: Facteurs principaux retenus

	Valeurs propres	% de variance	Cumulative (%)
Zone irriguée			
PC1	1,96	32,64	32,64
PC2	1,27	21,24	53,88
PC3	0,84	14,02	67,90
Zone pluviale			
PC'1	2,52	42,03	42,03
PC'2	1,39	23,24	65,27

Source : auteur

Les coefficients de corrélation entre les variables discriminantes et les facteurs principaux retenus sont présentés dans le Tableau 22. Seuls les coefficients supérieurs à 0,50 sont considérés et interprétés dans cette analyse (Iraizoz *et al.*, 2007).

Zone irriguée : l'axe 1 (PC1) est corrélé avec les variables surface agricole totale, actifs familiaux, nombre d'animaux et équipements. Ces variables décrivent la taille globale des ressources du ménage, c'est-à-dire sa dotation en capital naturel, capital physique, capital financier et capital humain. Le facteur PC1 a été défini comme « *Dotation totale en capitaux* ». L'axe 2 (PC2) est corrélé avec la variable revenu extra-agricole/actif (coef. = 0,91). Cette variable renseigne l'information sur le revenu gagné par le ménage en dehors de l'exploitation familiale. Le facteur PC2 a été défini comme « *Revenu extra-agricole* ». L'axe 3 (PC3) et la variable surface irriguée sont fortement corrélés (coef. = 0,96). Cette variable mesure l'accès du ménage aux parcelles rizicoles aménagées sur le périmètre. Ce facteur a été défini comme « *Surface irriguée* ».

Zone pluviale : pour l'ACP zone pluviale, le facteur PC'1 a été également défini comme « *Dotation totale en capitaux* », car l'axe 1 est corrélé avec les variables surface agricole totale, actifs familiaux, nombre d'animaux et équipements. L'axe 2 (PC'2) est corrélé avec les variables revenu extra-agricole/actif (coef. = 0,83) et surface irriguée (coef. =0,66). Ces variables renseignent respectivement les informations sur le revenu provenant des activités hors exploitation familiale et sur la pratique du maraîchage (en zone pluviale, les terres irriguées sont consacrées au maraîchage). Le facteur PC'2 a été défini donc comme « *Revenu extra-agricole et terre irriguée* ».

Tableau 22: Matrice des facteurs/variables après rotation Varimax

	Zone irriguée			**Zone pluviale**	
	PC1	PC2	PC3	PC'1	PC'2
Actifs familiaux	0,67	-0,06	0,01	0,73	-0,45
Surface agricole totale	0,71	-0,30	-0,03	0,73	0,30
Surface irriguée	0,01	0,12	0,96	0,47	0,66
Nombre d'animaux	0,73	0,13	-0,33	0,68	0,08
Equipements	0,68	0,34	0,11	0,85	0,02
Revenu extra/actif	-0,02	0,91	0,10	-0,07	0,83

Source : auteur

3.1.2. Interprétation des plans factoriels

Les ménages irrigants devraient être représentés dans un plan factoriel à trois dimensions (PC1, PC2, PC3). Pour faciliter la lecture et l'interprétation du plan, les individus sont représentés dans deux plans à deux dimensions. Le premier plan factoriel est formé par l'axe PC1 (dotation totale en capitaux) et l'axe PC2 nommé revenu extra-agricole (Figure 21 gauche). La corrélation positive entre PC1 et les variables actifs familiaux, surface totale, équipements et nombre d'animaux (Tableau 22), signifie que les individus ayant des coordonnées positives et plus élevées sur l'axe 1,

par exemple les ménages du type 5 (signe + en noire) et du type 3 (rouge) sont les ménages les mieux dotés en capitaux et ceux à gauche de l'axe 1 avec des coordonnées négatives (type 4 en violet et type 2 en vert), sont les moins bien dotés en ressources. L'axe PC2 est corrélé positivement avec le revenu extra-agricole. Cela signifie que les individus ayant des coordonnées positives et plus élevées sur cet axe (type 1 en bleu), sont les ménages qui ont les revenus extra-agricoles les plus importants et ceux en dessous de l'axe 2 (coordonnées très négatives) ont peu de revenus extra-agricoles. Le deuxième plan factoriel représentant les ménages irrigants est celui formé par l'axe PC1 et l'axe PC3 (Figure 21 droite). L'axe PC3 est corrélé positivement avec la variable surface irriguée. Cela signifie que les ménages qui ont des coordonnées positives et plus élevées sur cet axe (type 3 en rouge) sont les mieux dotés en terres irriguées et ceux avec des coordonnées négatives et faibles sont peu dotés en terres irriguées.

Les ménages pluviaux sont eux représentés dans un seul plan factoriel a deux dimensions, formé par les deux facteurs retenus PC'1 et PC'2 (Figure 22). L'axe PC'1 est corrélé positivement avec les variables comme actifs familiaux, surface totale, nombre d'équipements et nombre d'animaux. Cela signifie que les individus ayant des coordonnées positives et très élevées sur l'axe 1 (type 7 en vert et type 8 en rouge) sont les ménages pluviaux les mieux dotés en ressources et les individus à gauche avec les coordonnées négatives (type 6 en bleu et type 9 en violet), sont les pluviaux les moins bien dotés en capitaux. L'axe PC'2 est corrélé positivement avec le revenu extra-agricole et la surface irriguée. Les ménages pluviaux qui ont des coordonnées positives et très élevées sur cet axe (type 7 en vert et type 6 en bleu), sont ceux qui disposent des surfaces irriguées et/ou des revenus extra-agricoles les plus importants.

3.2. Neuf types contrastés de ménages identifiés

3.2.1. Ménages types identifiés et leur validation

Les facteurs principaux retenus dans l'ACP zone irriguée (PC1, PC2, PC3) et dans l'ACP zone pluviale (PC'1, PC'2) sont utilisés comme variables discriminantes pour classifier respectivement les ménages irrigants et les ménages pluviaux. La classification ascendante hiérarchique (CAH) a permis d'obtenir un graphique appelé dendrogramme qui permet de repartir les observations dans différentes classes (Figure 20). La hauteur du graphique mesure la dissemblance moyenne entre les ménages d'un type et entre les types de ménages. Par exemple la hauteur totale (25 points) est la dissemblance à l'intérieur de la classe, si tous les ménages constituaient un seul groupe. Plus on descendra vers le bas, c'est-à-dire en augmentant le nombre de classes, plus on réduira l'hétérogénéité à l'intérieur des types. Pour une dissemblance nulle (au point 0) qui signifie aussi homogénéité parfaite, chaque ménage constituera un ménage type. La partition du dendrogramme

est un compromis entre le nombre de types et l'homogénéité souhaitée, et peut être faite en fonction de l'apparence globale de celui-ci et de l'interprétation des classes (Alvarez *et al.*, 2014).

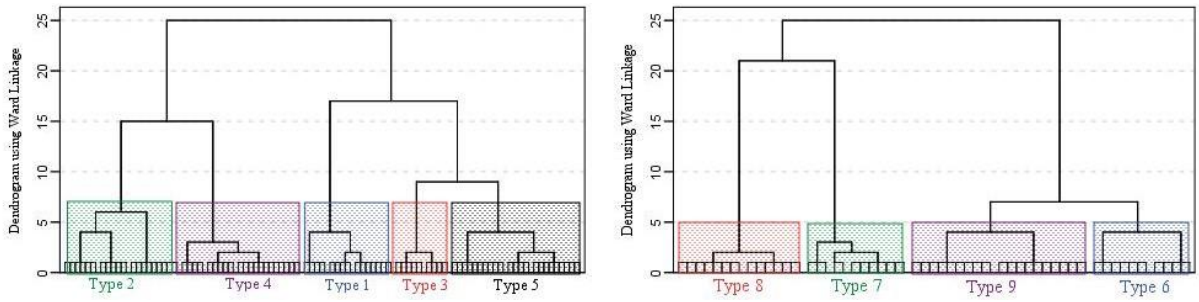


Figure 20: Dendrogrammes de partitions des ménages en sous-groupes. A gauche, la partition des ménages irrigants en 5 types et à droite la partition des ménages pluviaux en 4 types
Source : auteur

En zone irriguée, le dendrogramme suggère une partition des irrigants en 5 types (Figure 20 gauche). Cette partition permet de réduire la dissemblance globale de 25 points à 6 points, soit une baisse d'environ 75%. En zone pluviale la partition des ménages pluviaux s'est faite en 4 classes (Figure 20 droite). La dissemblance globale entre les observations est réduite d'environ 84% (passage d'une hauteur de 25 points à une hauteur de 4 points).

Ensuite, la méthode de classification non hiérarchique k-means (avec k= 5 en zone irriguée et k=4 en zone pluviale) est appliquée pour déterminer le centre de chaque classe. Une fois le centre défini, l'algorithme classe chaque ménage d'un groupe à un autre jusqu'à ce que la somme des distances entre le centre de la classe et chaque ménage de la classe soit la plus minimale possible. Les ménages types irrigants identifiés sont représentés dans le plan factoriel PC1, PC2 et dans le plan factoriel PC1, PC3 (Figure 21). Sur les 102 ménages partitionnés et représentés graphiquement, 16 ménages appartiennent au type 1, 15 ménages au type 2, 14 ménages au type 3, 25 ménages au type 4 et 32 ménages au type 5. Les ménages types pluviaux identifiés sont représentés dans le plan factoriel PC'1, PC'2 (Figure 22). Sur les 60 ménages partitionnés et représentés graphiquement, 11 ménages appartiennent au type 6, 11 ménages au type 7, 15 ménages au type 8 et 23 ménages au type 9.

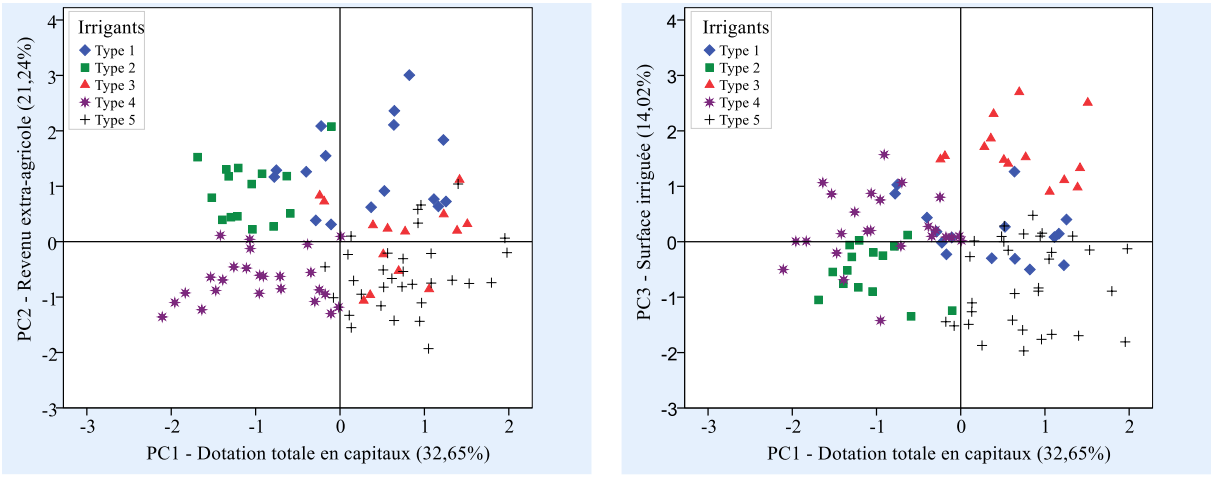


Figure 21: Ménages types irrigants représentés dans les deux plans factoriels. A gauche, le plan factoriel formé par les axes PC1, PC2 et à droite le plan factoriel formé par les axes PC1, PC3
Source : auteur

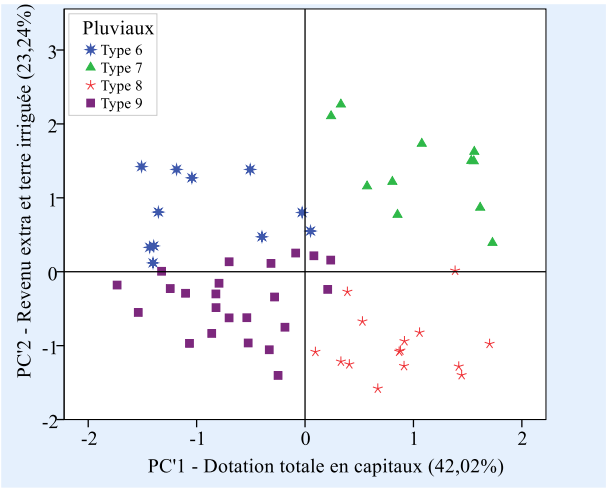


Figure 22: Ménages types pluviaux représentés dans le plan factoriel PC'1, PC'2
Source : auteur

Les tests Anova et post-hoc effectués montrent l'existence d'une différence de moyennes entre les ménages types identifiés et valident la typologie (voir l'explication détaillée et l'interprétation de ces résultats en Annexe 10).

3.2.2. Description des ménages types irrigants

Pour comparer les ménages types identifiés, les variables clés sont représentées par des boxplots (boîtes à moustaches) (Figure 23). Les points rouges sont les moyennes des variables (*le ménage type étant représenté par le ménage moyen*) et les traits horizontaux au milieu les valeurs médianes. Les moyennes et les coefficients de variation (CV) sont présentés dans le Tableau 23. Ces coefficients indiquent la dispersion autour de la moyenne et permettent de mesurer le degré d'homogénéité ou d'hétérogénéité des valeurs à l'intérieur de chaque ménage type. Plus le CV tend vers zéro, plus la dispersion et l'hétérogénéité seront faibles et inversement. La dénomination de

chaque ménage type est faite en fonction de sa différenciation principale par rapport aux autres types. Une description détaillée intégrant tous les capitaux de subsistance est faite dans le point 4.

Tableau 23 : Caractéristiques des ménages types irrigants et pluviaux

	Ménages irrigants					Ménages pluviaux			
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8	Type 9
Nombre de ménages	16	15	14	25	32	11	11	15	23
% de ménages	16	15	14	25	30	18	18	25	39
Actifs familiaux	5,6	4,1	7,7	4,4	6,6	2,8	5,7	9,7	4,3
CV	(0,36)	(0,48)	(0,34)	(0,49)	(0,40)	(0,38)	(0,30)	(0,29)	(0,44)
Surface totale (ha)	2,69	1,55	3,69	2,28	4,94	3,48	7,51	4,34	2,76
CV	(0,32)	(0,47)	(0,27)	(0,39)	(0,46)	(0,65)	(0,47)	(0,34)	(0,41)
Surface irrigué (ha)	1,21	0,92	2,12	1,15	0,78	0,02	0,76	0,20	0,02
CV	(0,29)	(0,17)	(0,25)	(0,31)	(0,35)	-	(0,52)	-	-
Nombre d'animaux	52	39	46	22	69	36	89	82	44
CV	(0,58)	(0,74)	(0,63)	(0,54)	(0,44)	(0,55)	(0,39)	(0,65)	(0,76)
Equipements	3,9	1,5	3,3	1,3	3,0	0,9	3,9	3,7	1,3
CV	(0,31)	(0,65)	(0,30)	(0,72)	(0,40)	(1,14)	(0,29)	(0,42)	(0,96)
Revenu extra/actif (FCFA)	206122	134402	72954	42202	29590	199452	147095	35048	43980
CV	(0,75)	(0,35)	(0,77)	(1,44)	(1,39)	(0,64)	(0,66)	(1,32)	(0,94)

Les chiffres entre parenthèses représentent les coefficients de variation.
Source : auteur

Type 1 – Exploitants extra-agricoles (16%). Ce type se distingue des autres par un niveau important du revenu extra-agricole (Figure 23 F). Chaque actif tire des activités extra-agricoles en moyenne 206000 FCFA par an (Tableau 23). On note un CV élevé (0,75) indiquant une dispersion importante des revenus extra, mais 43% des valeurs sont au-dessus de la moyenne. Le ménage exploite 2,69 ha, est bien équipé et dispose d'un cheptel moyennement important (52 têtes).

Type 2 – Petits exploitants agricoles (15%). Ce type se différencie par la taille très faible de la surface agricole exploitée (Figure 23 B). Il exploite 1,55 ha soit la surface la plus faible de la zone (Tableau 23), avec une dispersion relative de 47%. Le ménage possède peu d'animaux (39 têtes), est faiblement équipé, mais dispose d'un revenu extra-agricole important, le 2ème plus élevé en zone irriguée (134000 FCFA/actif/an). Ce revenu est peu hétérogène à l'intérieur du type (CV= 0,35). Il permet à ce ménage de compenser entre autres la faiblesse de la surface agricole exploitée.

Type 3 – Locataires de parcelles de riz irrigué (14%). Ce ménage type se discrimine des autres par la taille plus élevée de la surface irriguée exploitée (Figure 23 C). Il dispose en moyenne de 2,12 ha de terres irriguées (Tableau 23). C'est une variable peu dispersée (CV = 0,25), qui signifie une homogénéité élevée. Il est équipé et dispose d'un revenu extra-agricole relativement important (73000 FCFA/actif/an). La taille du cheptel est de 46 têtes.

Type 4 – Petits exploitants à revenu extra-agricole faible (25%). Ce type se caractérise à la fois par une faible surface agricole (Figure 23 B) et un revenu extra-agricole faible (Figure 23 F). Le ménage

contrôle environ 2,28 ha (CV = 0,39), et dispose du 2ème plus bas revenu extra-agricole, soit 42000 FCFA/actif/an (Tableau 23). C'est un ménage sous-équipé qui possède peu d'animaux (22 têtes).

Type 5 – Grands exploitants pluviaux (30%). Ce type se distingue des autres par la taille plus importante de la surface agricole cultivée (Figure 23 B). Il contrôle une surface agricole de 4,94 ha, soit la plus élevée dans la zone irriguée (Tableau 23), relativement peu hétérogène (CV = 0,46). Cependant, c'est un ménage qui dispose d'un revenu extra-agricole très bas, le plus faible de la zone (29500 FCFA/actif/an) et qui accède à une surface irriguée faible sur le périmètre (0,78 ha). Il est moyennement équipé et possède un cheptel important (69 têtes).

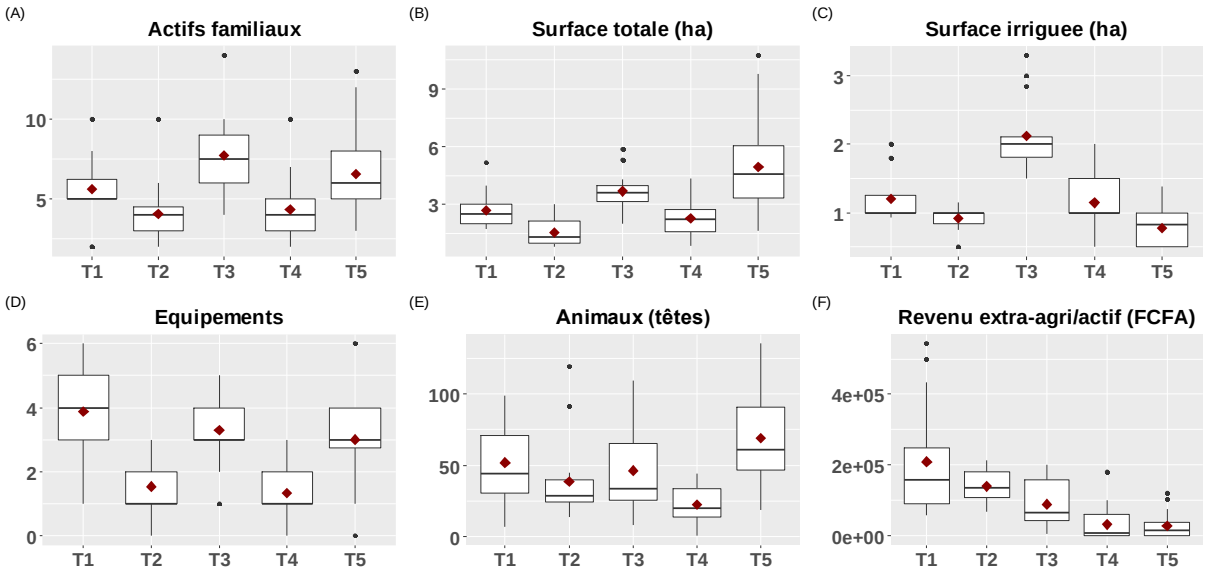


Figure 23: Boxplots des variables clés utilisées dans la typologie (ménages irrigants T1 à T5).
Les points rouges représentent la moyenne de chaque variable
Source : auteur

3.2.3. Description des ménages types pluviaux

Pour les ménages pluviaux, les boxplots sont représentés dans la Figure 24. Les valeurs moyennes et les coefficients de variation (CV) sont présentés dans le Tableau 23. Les quatre ménages types pluviaux présentent les caractéristiques suivantes :

Type 6 – Exploitants extra-agricoles (18%). Ce ménage type se distingue par l'importance du revenu extra-agricole (Figure 24 L). Ce revenu s'élève à 200000 FCFA/actif/an, c'est le plus élevé en zone pluviale (Tableau 23). Il est relativement dispersé entre les ménages du type (CV =0,64). Cependant, la médiane et la moyenne sont identiques, impliquant qu'il y a autant de valeurs au-dessus qu'en dessous de 200000FCFA. Il contrôle une surface totale de 3,48 ha, est sous-équipé et dispose de peu d'animaux (36 têtes).

Type 7 – Grands exploitants agricoles (18%). Ce type se différencie des autres par la taille élevée de la surface agricole totale et de la surface maraîchère (irriguée) (Figure 24 H et I). Il contrôle une

surface de 7,51 ha de terres (CV = 0,47) dont 0,76 ha est en irrigué (Tableau 23). C'est un type très équipé, qui dispose d'un cheptel important (89 têtes) et d'un revenu extra-agricole de 147000 FCFA/actif/an.

Type 8 – Exploitants moyens avec grande famille (25%). Ce ménage type est caractérisé par la taille importante de la main d'œuvre familiale (Figure 24 G). Il dispose de 9,7 actifs (CV = 0,29), soit le plus élevée dans la zone (Tableau 23). Le ménage contrôle une surface agricole de 4,34 ha, (la 2ème plus importante en zone pluviale), est bien équipé et dispose d'un cheptel important (82 têtes). Mais il a peu de revenu extra-agricole (35000 FCFA/actif/an).

Type 9 – Petits exploitants agricoles (39%). Ce type se différencie des autres par sa faible dotation en terres (Figure 24 H). Il contrôle 2,76 ha (CV=0,41), le plus bas dans la zone pluviale (Tableau 23). C'est un ménage sous-équipé, qui dispose de peu d'animaux (44 têtes) et d'un revenu extra-agricole très faible (44000 FCFA/actif/an).

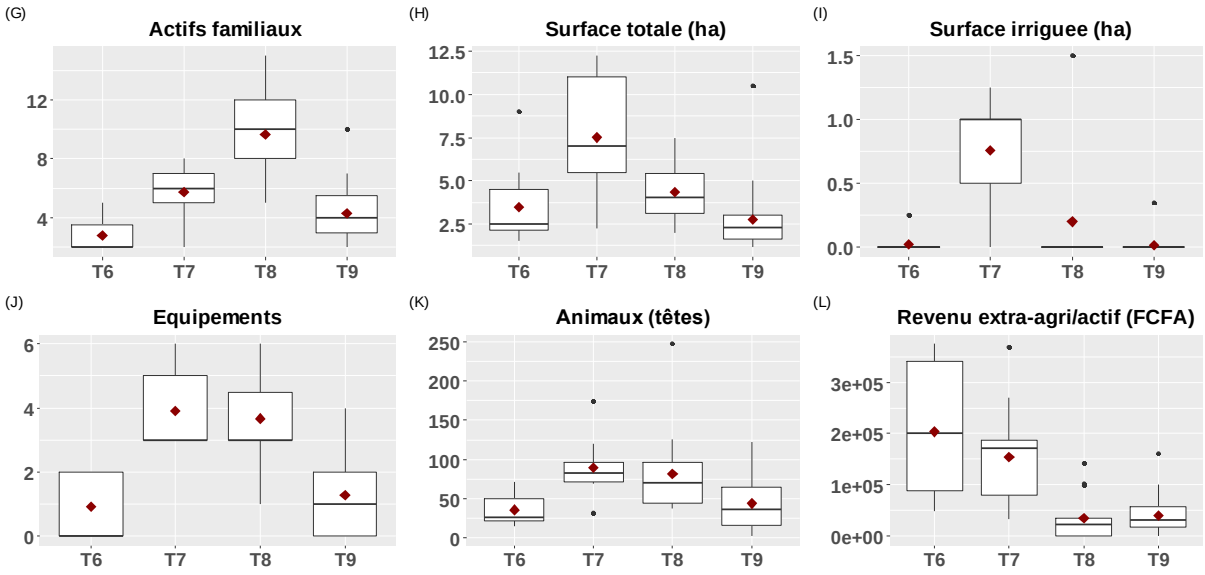


Figure 24: Boxplots des variables clés utilisées dans la typologie (ménages pluviaux T6 à T9).
Les points rouges représentent la moyenne de chaque variable
Source : auteur

4. Caractérisation des dotations de chaque ménage type

Suivant le cadre des moyens d'existence, la dotation des ménages en ressources est présentée sous forme des cinq types de capitaux évoqués dans le chapitre 3 : naturel, humain, physique, financier et social. Cette section décrit ces différentes dotations ainsi que les modalités d'accès.

4.1. Capital naturel et dynamique foncière

La zone d'étude dispose actuellement d'un périmètre irrigué de 3380 ha de terres, dont plus de 90% est attribué par l'État à des petits agriculteurs familiaux (ménages irrigants) pour une production

intensive du riz en deux campagnes/an. Tout autour de ce périmètre, une vaste étendue de terres pluviales est exploitée principalement par les populations (ménages pluviaux) des villages environnants pour produire des céréales traditionnelles (maïs, mil, sorgho) et des oléagineux. Elle possède aussi une ressource en eau composée du stock du barrage (1,7 milliard de m3 d'eau) destiné à l'irrigation du riz et à la pêche, et du fleuve Nakambé (drainant jusqu'au Ghana) qui sert de réservoir pour la pratique du maraîchage par les populations situées en aval.

Les résultats montrent une forte hétérogénéité dans l'accès au capital naturel (Tableau 24). En zone irriguée, le type 5 est le mieux doté en terres (4,94 ha au total), mais accède à peu de parcelle irriguée sur le périmètre (0,78 ha, soit 16% de la surface totale). Le reste (plus de 80%), étant des terres héritées en zone pluviale. Le type 3 se distingue par une forte dotation en terres irriguées (2,12 ha), dont 33% (0,71 ha) provient de la location informelle. En plus, il emprunte des terres pluviales lui permettant d'étendre sa surface agricole à 3,69 ha. Les ménages moyennement dotés sont le type 1 (2,69 ha) dont 45% est en irrigué, et le type 4 (2,28 ha) dont la moitié est en irrigué. Le type 2 est le plus pauvre en dotation foncière, soit seulement 1,55 ha (3 fois moins que le type 5), dont 59% est en irrigué. En zone pluviale, les terres sont utilisées pour les cultures à dominante pluviale, par les ménages n'ayant pas accès aux parcelles du périmètre. Le type 7 est le plus grand exploitant agricole. Il exploite 7,51 ha dont 10% (0,76 ha) est consacré aux cultures maraîchères (en irrigué). Le type 8 est le deuxième ménage le mieux doté en terres (4,34 ha), mais peu (seulement 5%) sont en maraîchage (irrigué) (0,20 ha). Les plus pauvres en ressource foncière sont le type 6 (3,48 ha) et le type 9 (2,76 ha), dont les terres sont majoritairement pluviales, seulement une infirme partie (moins de 1%) est en irrigué (maraîchage). Les modes d'accès à ces ressources peuvent être regroupés en deux grandes catégories, à savoir l'acquisition informelle (héritage, don, prêt, location, réserve) et l'acquisition formelle (attribution) gérée par l'aménageur (État burkinabé) (Tableau 24).

L'attribution est le principal mode d'accès formel du foncier dans la zone. Elle est uniquement répandue en zone irriguée. C'est la dotation foncière aménagée et attribuée par l'État dans le cadre du projet Bagré. L'accès à ces terres et leur exploitation est soumis au cahier spécifique[32] de charge de l'aménageur (Bagrépôle, 2016). Les premiers exploitants[33] ont bénéficié d'une attribution quasi-égalitaire des tailles des parcelles, sous conditions d'avoir une capacité humaine et matérielle

[32] Selon les textes (Bagrépôle, 2016), « Les terres des périmètres aménagés destinées à l'exploitation de type familial font l'objet d'attribution dans le cadre de la compensation des personnes affectées par le projet (PAP) pour les pertes de terres et l'allocation de terres aux personnes non affectées par le projet (non-PAP) (art. 13). Les périmètres aménagés dans la zone de Bagrépôle sont immatriculés au nom de l'État (art. 25). Pour l'ensemble des PAP, les attributaires recevront les documents leur conférant la pleine propriété des parcelles de compensation (art. 27) ». Les non PAP peuvent demander des baux (art. 26 et 28).

[33] Chaque exploitant devait être chef de ménage et justifier d'au moins 1 actif comme forme de travail pour pouvoir mettre en valeur la parcelle attribuée (Carboni *et al.*, 2016).

suffisante pour les mettre en valeur. Cette règle a évolué aujourd'hui pour prendre en compte les droits des personnes expropriées de leurs terres dans la zone d'emprise du projet (Daré *et al.*, 2019). La règle de compensation appliquée maintenant, est de 4 ha perdus en pluvial pour 1 ha récupéré en irrigué. L'attribution représente une part importante du capital naturel des ménages irrigants, soit plus de 50% de la surface totale du type 1 (1,51 ha) et du type 2 (1,05 ha), 45% pour le type 4 (1,03 ha) et 30% environ pour le type 3 (1,19 ha). En revanche, chez le type 5, cette part n'est que de 25% (1,24 ha) de sa surface agricole.

Tableau 24: Dotation foncière par ménage type et modes d'acquisition

	Ménages irrigants					**Ménages pluviaux**			
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8	Type 9
Dotations (ha)									
SAU totale	**2,69**	**1,55**	**3,69**	**2,28**	**4,94**	**3,48**	**7,51**	**4,34**	**2,76**
SAU irriguée *(%SAU totale)*	1,21 *(45)*	0,92 *(59)*	2,12 *(57)*	1,15 *(50)*	0,78 *(16)*	0,02 *(0,6)*	0,76 *(10)*	0,20 *(5)*	0,02 *(0,7)*
SAU pluviale	1,48	0,64	1,56	1,13	4,17	3,46	6,75	4,14	2,74
Mode d'accès (ha)									
Permanent (ha) *(% SAU totale)*	2,15 *(80)*	1,3 *(84)*	1,77 *(48)*	1,9 *(83)*	4 *(81)*	3,48 *(100)*	6,61 *(88)*	3,98 *(92)*	2,56 *(93)*
Attribution	1,51	1,05	1,19	1,03	1,24	0	0	0	0
Héritage	0,35	0,25	0,51	0,85	1,97	3,23	6,61	2,80	1,75
Don	0,29	0	0,07	0,02	0,79	0,25	0	1,18	0,81
Temporaire (ha) *(% SAU totale)*	0,55 *(20)*	0,25 *(16)*	1,92 *(52)*	0,37 *(16)*	0,94 *(19)*	0 *(0)*	0,9 *(12)*	0,36 *(8)*	0,2 *(7)*
Réserve	0,05	0,01	0,10	0,06	0	0	0	0	0
Location	0,19	0	0,71	0,12	0,09	0	0	0	0
Prêt	0,31	0,24	1,11	0,19	0,85	0	0,90	0,36	0,20

Source : enquêtes de terrain, 2017

En plus des attributions dans le périmètre irrigué, les producteurs utilisent des moyens informels comme la location pour agrandir leurs surfaces cultivables. C'est un mode d'accès répandu en zone irriguée même s'il n'est pas officiellement admis par les autorités. Parmi les loueurs, il y a principalement les ménages contraints pour des raisons financières ou de santé à mettre en location les surfaces attribuées qu'ils ne peuvent plus/pas mettre en valeur, mais aussi ceux qui mettent en location en saison pluviale pour se consacrer aux travaux champêtres et ceux qui n'habitent plus le périmètre mais souhaitent conserver leurs droits sur leurs parcelles irriguées. Cette pratique conduit surtout les ménages les plus pauvres et en difficultés à sortir du système en cédant leurs ressources au profit des plus favorisés. Les transactions se font entre producteurs, sans marché apparent. Les offres et demandes sont émises de bouche à oreille via le réseau de connaissances de chaque acteur. Les contrats s'établissent oralement par une entente informelle entre les deux parties. Un ha est loué à environ 100000 FCFA/campagne. La location représente 20% (0,71 ha) de la surface agricole du type 3 et une part infirme pour les autres types (1% à 7%). En raison de la pression foncière, certains producteurs exploitent illégalement les berges, pourtant interdit pour éviter l'ensablement des

canaux d'irrigation. Cependant, ce mode d'accès (réserve), est très marginal (moins de 1%) dans les surfaces agricoles des irrigants.

L'héritage est le mode traditionnel d'acquisition des terres. En général, il concerne le patrimoine foncier non contrôlé par l'État. Les terres sont la propriété de chefs de lignage et leur accès est régi par le régime coutumier. La transmission se fait après le décès du chef de famille, soit par l'éclatement du ménage en plusieurs (les fils devenant chacun chef de sa propre famille), soit en gardant la famille intacte (le fils ainé présent étant désigné chef de famille successeur). En zone pluviale, c'est le mode d'accès le plus important car les villages sont traditionnels. Il représente environ 90% de la surface agricole des type 7 (6,61 ha) et type 6 (3,23 ha), et plus de 65% des terres cultivées par le type 8 (2,80 ha) et le type 9 (1,75 ha). En zone irriguée, les terres héritées proviennent principalement des ressources foncières léguées par la première génération d'attributaires à leurs descendants. Elle représente environ 15% de la surface totale des type 1 (0,35 ha), type 2 (0,25 ha) et type 3 (0,51 ha) et environ 40% pour le type 4 (0,85 ha) et le type 5 (1,97 ha, soit la part la plus importante du foncier).

Pour étendre leurs surfaces cultivables, les ménages empruntent également des terres auprès des chefs de lignages et de villages. Les bénéficiaires, s'ils le veulent, peuvent souvent offrir des vivres en récompense en fin de saison afin de perpétuer les relations. Compte tenu de la pression foncière dans la zone, il existe de moins en moins de ménages qui veulent prêter des terres. Ces prêts représentent 10% de la surface agricole des type 1 (0,31 ha) et type 4 (0,19 ha), 15% des type 2 (0,24 ha) et type 5 (0,85 ha) et 30% du type 3 (1,11 ha). Chez les pluviaux, la part des prêts est très faible, elle représente environ 10% de la surface agricole du type 7 (0,90 ha), 8% pour le type 8 (0,36 ha) et 7% pour le type 9 (0,20 ha). Les ménages peuvent également bénéficier de dons de terres du chef de village ou chef de terres. Contrairement aux prêts, les bénéficiaires de dons deviennent propriétaires du foncier. En général, ces terres en prêt ou en don sont celles que les propriétaires jugent peu fertiles. Le don représente 30% de la surface agricole du type 8 (1,18 ha) et type 9 (0,81 ha) et moins de 7% pour le type 6 (0,25 ha). Chez les irrigants, le don (essentiellement de la surface pluviale) représente 10% de la surface agricole du type 1 (0,29 ha), 15% pour le type 5 (0,79 ha) et est insignifiant pour les autres irrigants. En zone irriguée, 75% des ménages déclarent avoir acquis les terres prêtées ou données via une connaissance de la famille, 20% à travers le voisinage et 5% par les chefs de village. En zone pluviale, 40% des ménages ont accès à ces autres formes de foncier (prêt et don) grâce à des relations de voisinage, 40% à travers les relations familiales directes (beau-père, frère, …), et 10% auprès du chef de village. Ces résultats montrent l'influence du capital social sur le capital naturel. Les ménages ayant un fort capital social peuvent l'employer pour étendre leurs surfaces agricoles.

Ces différents modes d'accès sont soit permanents (attribution, héritage, don), ou temporaires (réserve, prêt, location) (Tableau 24). Le foncier temporaire est très insécurisé car il est acquis sur la base d'une entente informelle. Il est très variable d'une saison agricole à l'autre. Plus sa part sera grande dans la surface agricole totale, plus il influencera fortement la dynamique du revenu agricole du ménage d'une année à l'autre. C'est le cas surtout des ménages irrigants du type 3, où il vaut plus de 1,92 ha, soit plus de la moitié (52%) de la surface totale exploitée. Il est un peu moins important pour les type 1 (20%), type 2 (16%), type 4 (16%) et type 5 (19%). En zone pluviale, sa part est plus marginale, 12% pour le type 7 et moins de 10% pour les autres ménages types.

Les terres cultivées sont consacrées à plusieurs cultures, principalement céréalières, oléagineuses et maraîchères (Figure 25). La céréaliculture est la culture dominante dans la zone. En zone irriguée, les céréales (riz, maïs, mil, sorgho) sont produites dans plus de trois quarts de la surface agricole totale, soit 70% pour le type 5 et plus de 80% pour les quatre autres types. Pour ces derniers, le riz irrigué est le plus important en matière de surface (plus de 40%), suivis du maïs pour certains (type 1, type 2, et type 4) ou des oléagineux pour d'autres (type 3). En revanche, chez le type 5, les oléagineux occupent la plus importante surface (31%), le riz irrigué (16%) venant en troisième position après le maïs (26%). Dans cette zone, l'assolement est contraint à la fois par le cahier de charge de l'aménageur qui oblige le producteur à faire du riz sur les parcelles irriguées attribuées et par la contrainte foncière qui limite la possibilité de diversifier les cultures sur des grandes surfaces.

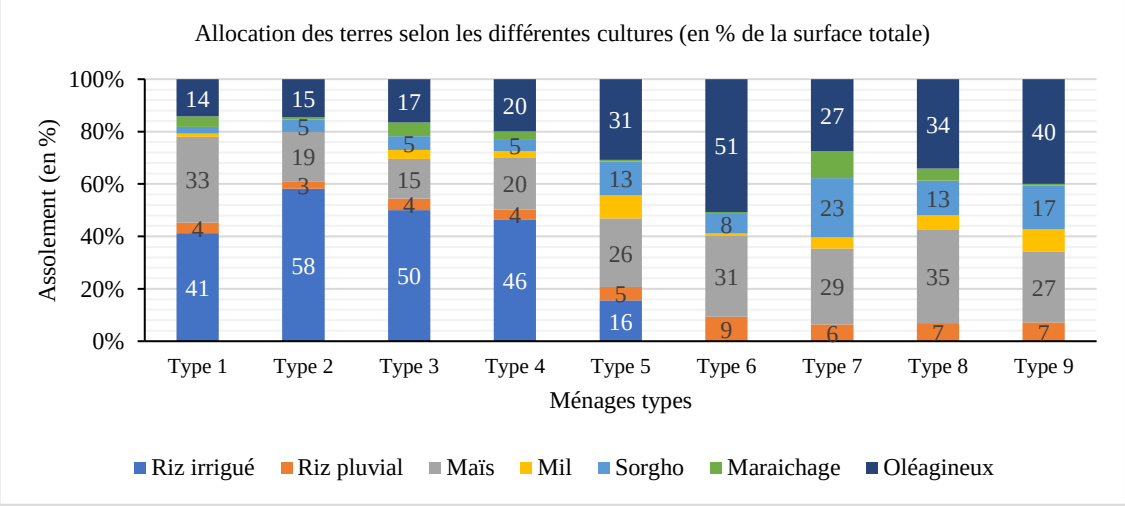


Figure 25: Allocation des terres agricoles selon les différentes cultures

Source : auteur

En zone pluviale, c'est la céréaliculture traditionnelle (maïs, sorgho, mil) qui est la plus importante en matière de surface surtout pour les type 7, type 8 et type 9 (environ 60% de la surface exploitée), suivis des oléagineux (27% à 40%). Chez le type 6, la surface agricole est destinée à parts quasi

égales aux oléagineux (51%) et aux céréales (49%). Parmi les céréales produites dans cette zone, le maïs occupe la première place en matière de surface, suivi du riz pluvial pour le type 6 ou du sorgho pour les autres types. Dans les deux zones, le maraîchage occupe une place très marginale dans la surface totale cultivée (1 à 5%). Il est un peu plus important chez le type 7, où il occupe 10% (0,76 ha) de la surface agricole totale.

4.2. Capital humain

Ce capital désigne l'ensemble des ressources humaines du ménage (sa taille, le nombre d'actifs, le niveau d'instruction, etc.). En milieu rural, plus le nombre d'actifs est important, plus le ménage disposera d'une force de travail conséquente pour les travaux champêtres. Les résultats montrent que le nombre de travailleurs est proportionnel à la taille de la famille (Tableau 25). Pour les actifs, les valeurs représentent l'âge moyen des travailleurs. En zone pluviale, les grandes familles sont le type 8 (17 pers), dont la main d'œuvre est la plus importante (10 actifs) et la plus jeune (32 ans) et le type 7 (16 pers), qui dispose d'une main d'œuvre plus âgée (39 ans) et relativement peu importante (6 actifs), impliquant plus de charge reposant sur chaque actif. Les familles de petites tailles sont les type 6 (6 pers) et type 9 (8 pers) où environ 50% des membres sont des actifs. En zone irriguée, le type 3 dispose de la famille la plus grande et d'une main d'œuvre plus importante (8 actifs) et plus jeune (30 ans). Les familles de tailles moyennes ou petites sont les plus nombreuses. C'est le cas des type 2 et type 4 (8 pers chacun, dont 50% d'actifs), du type 1 (11 pers, dont 6 actifs) et du type 5 (12 pers, dont 50% d'actifs). La main d'œuvre familiale est relativement plus jeune en zone irriguée (30 à 34 ans) qu'en zone pluviale (32 à 39 ans).

Tableau 25: Capital humain selon les ménages types irrigants et pluviaux

	Ménages irrigants					Ménages pluviaux			
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8	Type 9
Taille du ménage	**10,69**	**8,27**	**14,36**	**8,04**	**12,41**	**6,18**	**16,09**	**16,87**	**8,65**
Équivalents adultes	*8,1*	*6,3*	*11,1*	*6,2*	*9,5*	*4,7*	*11,9*	*12,9*	*6,5*
Actifs familiaux	5,63	4,07	7,71	4,36	6,56	2,82	5,73	9,67	4,3
Age moyen (CE)	52	45	51	50	53	44	53	58	53
Age moyen (actifs)	34	32	30	33	34	36	39	32	38
Instruction*	**25**	**40**	**14**	**12**	**13**	**27**	**9**	**7**	**4**
Primaire	13	40	14	4	9	18	9	7	4
Secondaire	6	0	0	8	3	9	0	0	0
Universitaire	6	0	0	0	0	0	0	0	0
Formation**	**75**	**67**	**64**	**68**	**47**	**9**	**55**	**27**	**9**
1 formation	38	40	0	24	19	0	55	27	0
2 formations et +	38	27	64	44	28	9	0	0	9

*= % de chefs de ménage ayant un niveau d'instruction (primaire, secondaire et universitaire). **= % des chefs de ménage, ayant suivi au moins une formation ces deux dernières années (s*ource : enquêtes, 2017).*

Le capital humain est aussi déterminé par le niveau de qualification de la main d'œuvre, essentiel dans les stratégies de production et de vente, l'accès aux emplois non agricoles mieux payés, etc.

La qualification est évaluée ici à travers le niveau d'instruction du chef de ménage[34], ainsi que le nombre de formations qu'il a suivies pendant les deux dernières années précédant les enquêtes (Tableau 25). En zone irriguée, les plus qualifiés sont les chefs de famille des type 1 et type 2. Chez le type 1, 25% des chefs de ménage sont instruits (dont une personne de niveau universitaire) et 75% ont suivi au moins une formation agricole en majorité dans l'élevage (embouche bovine et volaillère), la fabrication de composte et l'itinéraire technique rizicole. Chez le type 2, 40% des chefs de famille ont un niveau d'éducation primaire et 67% se sont formés ces deux dernières années dans le traitement phytosanitaire et la fabrication de fausse fumière. Pour les autres types (3, 4, 5), peu de chefs de famille sont instruits (moins de 15%), mais plus de 50% se sont formés ces dernières années. Leurs formations concernaient en majorité le processus de production du riz, le compostage et l'élevage de volaille. En zone pluviale, les plus qualifiés sont les chefs de famille du type 6 (27% sont instruits), mais ils se forment peu. Chez les type 7 et type 8, une très faible proportion des chefs de ménage sont instruits, mais 57% se sont formés pour le type 7 et 27% pour le type 8. Le type 9 est composé des chefs de ménage les moins qualifiés de la zone. Les formations (types 7 et 8) étaient basées principalement sur la production bovine et l'élevage de volaille.

4.3. Capital physique

Le capital physique du ménage correspond à l'ensemble de ses outils de production et ses animaux de trait (bœufs et ânes). Les autres animaux sont classés dans le capital financier car ils constituent une épargne non monétaire mobilisée pour les besoins de liquidité du ménage surtout pendant les mauvaises années. Les résultats (Tableau 26), présentent les outils essentiels aux travaux agricoles à savoir la herse pour le riz irrigué, le motoculteur, la charrue et les bœufs de trait pour le labour des champs, la motopompe pour irriguer le maraîchage, la charrette et l'âne pour transporter les récoltes.

Tableau 26: Nombre d'équipements et d'animaux de trait du ménage

	Ménages irrigants					Ménages pluviaux			
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8	Type 9
Motopompe	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Herse	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Motoculteur	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Charrue	2	1	1	0	2	1	2	2	1
Charrette	1	1	1	1	1	0	2	2	0
Total outils	***4***	***2***	***4***	***1***	***3***	***1***	***5***	***4***	***1***
Bœufs de trait	2	0	1	0	2	0	2	2	0
Anes	2	1	1	1	2	1	2	2	1
Total général	**8**	**3**	**6**	**2**	**7**	**2**	**9**	**8**	**2**

Source : enquêtes, 2017

[34] Ce sont les seules informations qui ont pu être collectées dans cette étude.

Pour le travail du sol en riziculture irriguée (labour, planage, hersage) notamment pour 1 ha, les ménages ont besoin au minimum d'une charrue, d'une herse et d'un bœuf de trait. Pour ceux qui ont les moyens, un motoculteur, voire un tracteur. En zone pluviale, les ménages agricoles n'ont pas besoin nécessairement d'une herse (pas d'opération d'hersage en maïs, mil ou sorgho), ni d'équipement motorisé étant donné les pratiques extensives. En zone irriguée, les types (1, 3, et 5) sont les mieux équipés (Tableau 26). Parmi eux, le type 1 et le type 3 disposent des outils de base nécessaires à la réalisation des travaux agricoles. Le type 1 manque de motopompe, contrairement au type 3, cela peut s'expliquer par la faiblesse de la surface consacrée au maraîchage (0,10 ha pour le type 1 et 0,20 pour le type 3). Le type 5, même s'il est bien équipé, manque de herse, pourtant indispensable à la riziculture irriguée. Chez les ménages sous-équipés dans la zone, on distingue le type 4 qui possède juste le minimum (1 âne et 1 charrette) et le type 2 qui dispose en plus de l'âne et de la charrette, une charrue mais manque de bœuf de trait. Pour ces ménages peu équipés, les travaux rizicoles (labour, hersage), sont réalisés avec difficultés, soit avec des petits outils manuels, soit en faisant appel à des prestataires de service ou de la main d'œuvre salariée. En zone pluviale, les mieux dotés en terres sont aussi les mieux équipés. C'est le cas du type 7, qui dispose d'une motopompe pour l'irrigation du maraîchage (0,75 ha), 2 charrues et bœufs de trait (labour) et de 2 charrettes et 2 ânes pour le transport des récoltes. Le type 8 est aussi bien équipé pour le labour et le transport mais manque de motopompe pour le maraîchage (0,20 ha). Les sous-équipés sont les type 6 et type 9 qui possèdent un équipement minimum (1 charrue et 1 âne), mais insuffisant pour réaliser les opérations agricoles.

4.4. Capital financier

Ce capital du ménage est évalué par les stocks financiers disponibles (épargne, bétail, bijoux, etc.) et à travers l'accès au crédit. Ces stocks, convertis en FCFA/adulte, permettent de comparer les ménages entre eux (Tableau 27). La plupart des types en zone pluviale (sauf le type 6) dispose d'un stock monétaire plus important que ceux en zone irriguée, grâce au bétail. Le type 9 est le mieux doté en zone pluviale (312000 FCFA), suivis du type 8 (185000 FCFA) et du type 7 (134000 FCFA). Le type 6 possède peu de stock (58000 FCFA) et à un niveau similaire à certains ménages irrigants. En zone irriguée, l'épargne financière est faible, la plupart ne dispose que de peu de bétail. Le type 5 est le mieux doté (102000 FCFA), suivi du type 1 (80000 FCFA). Les autres types (2,3 et 4) disposent de moins de 50000 FCFA. Ces résultats impliquent qu'en zone pluviale, les ménages disposent d'une capacité financière plus importante pour faire face surtout aux besoins urgents de liquidité que ceux en zone irriguée.

Les ménages peuvent aussi se financer à travers le crédit, mais ce capital est dépendant des prêteurs, tels que les institutions financières, dont 2 principales sont implantées dans la zone : la Caisse Populaire et Coris Bank.

Caisse Populaire : c'est une structure de microcrédit. Elle octroie 3 types de crédits aux ménages. Le « crédit agricole » destiné au financement des intrants (échéance 6 mois) ou à l'achat d'équipements (échéance 3 ans). Le « crédit commercial » dont l'échéance est d'un an et destiné au financement des activités non agricoles. Le « crédit social » d'une échéance de 10 mois et destiné au financement des frais de rentrée scolaire, de santé et de fêtes. Le montant du prêt aux petits paysans est généralement de 150000 à 200000 FCFA et plafonné à 5 millions. Une hypothèque est réclamée au-delà du plafond. Le taux d'intérêt varie entre 8% (pour 6 mois de crédit) et 15% (pour 3 ans de crédit). Il existe 2 voies d'accès à ces crédits. La première consiste pour les paysans à se mettre en groupe de 20 maximum pour emprunter, la garantie étant la caution solidaire (ils s'engagent à rembourser la totalité du crédit en cas de défaut d'un membre). Ce dernier devra prouver son insolvabilité sous peine d'exclusion du groupe. Chaque paysan doit posséder un compte et déposer un apport personnel de 5% de son prêt. Le crédit est ouvert à tous les ménages mais l'accès est plus aisé pour les ménages irrigants, notamment s'il est destiné au financement de la riziculture irriguée, considérée par les prêteurs comme moins risquée que les cultures pluviales. La seconde consiste pour chaque paysan à emprunter individuellement sous réserve de disposer d'un apport personnel de 10% et d'une garantie (titre de propriété, équipements, etc.) couvrant le montant de l'emprunt. Les mieux équipés en zone irrigué (type 1, type 3 et type 5) et en zone pluviale (type 7 et type 8) ont plus de possibilité d'y accéder par cette voie que les sous-équipés.

Coris Bank : c'est une institution financière classique. Elle offre 2 types de crédits aux petits producteurs. Le « crédit campagne » destiné au financement des intrants rizicoles (1 an). Le « crédit de court terme » (échéance 6 à 8 mois) destiné au financement des fonds de roulement de démarrage d'une activité agricole ou non agricole. Ces crédits sont sans plafond et à des taux d'intérêt variant de 10 à 15%, selon l'échéance. Les garanties d'accès individuels sont similaires à celles de la Caisse Populaire. Le système de caution solidaire existe, mais est plus exigeant car le groupement doit disposer d'un agreement officiel. En plus, la banque étudie son historique et son secteur d'activité avant d'autoriser un emprunt. Un autre mécanisme propre à la banque est le système de financement, par le biais de la caution de l'Union des producteurs de riz. Il est ouvert uniquement aux ménages irrigants membres. C'est un contrat tripartite signé entre la banque, l'Union et les transformateurs du paddy. En début de chaque campagne, la banque verse aux fournisseurs d'intrants, le montant en FCFA, équivalent aux besoins exprimés par les producteurs. Les fournisseurs sont chargés de livrer les intrants directement aux producteurs. En fin de campagne

rizicole, les producteurs remboursent leur crédit en paddy à leur Union qui est chargée de le collecter et le livrer aux transformateurs. Le rôle de ces derniers est de transformer le paddy, le vendre afin de rembourser le crédit des paysans à la banque. L'Union sert de garantie aux producteurs dans ce mode de financement.

Tableau 27: Epargne financière totale par ménage type

	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8	Type 9
Bœufs	1,0	0,1	0,6	0,2	1,88	0,09	2,91	6,07	5,48
Moutons	6,9	5,1	6,8	1,64	7,56	4,36	13,36	12,73	9,13
Chèvres	5,8	3,7	2,9	2,24	8,44	5,82	16,09	10,60	7,39
Porcs	0,3	0,1	0,0	1,2	0,09	0,00	0,00	0,00	0,26
Poules	34,3	28,4	33,9	15,84	46,94	24,45	52,64	48,53	20,30
Effectif total	*48*	*38*	*44*	*21*	*65*	*35*	*85*	*78*	*43*
Valeur (FCFA)*	634438	283800	474143	190280	973875	272545	1553455	2394400	2028435
Epargne (FCFA)	18750	0	25000	0	1563	0	45455	0	0
Total (FCFA)**	653188	283800	499143	190280	975438	272545	1598909	2394400	2028435
Total/EA (FCFA)	**80640**	**45048**	**44968**	**30690**	**102678**	**57988**	**134362**	**185612**	**312067**

* = la valeur totale du bétail convertie en FCFA au prix du marché (1 bœuf = 300000 FCFA, 1 mouton = 25000 FCFA, 1 chèvre 15000 FCFA, 1 porc = 20000 FCFA, 1 poule = 2000 FCFA). **= stock monétaire total du ménage (valeur du bétail + épargne monétaire). En gras est le stock monétaire total rapporté aux équivalents adultes (*Source : calcul de l'auteur).*

4.5. Capital social

Le capital social, c'est l'ensemble des relations (sociales, culturelles, politiques, etc.) du ménage, susceptibles d'influencer ses moyens d'existence. Dans la zone irriguée, plusieurs organisations paysannes existent, la plus importante étant l'Union des Producteurs de Riz de Bagré (UPRB). L'appartenance à cette organisation permet aux producteurs d'accéder au crédit intrants à la banque (Coris Bank) comme expliqué dans le paragraphe précédent. Il existe également dans les villages, des petits groupements qui permettent aux membres d'accéder au crédit par le biais de la caution solidaire. Cela montre comment les relations sociales peuvent aider à augmenter le capital financier de la famille. Dans cette étude, le capital social est évalué à travers l'appartenance des membres du ménage à une organisation paysanne (OP) et l'entraide familiale (Tableau 28). Les irrigants sont mieux intégrés dans les OP que les pluviaux. Cela est lié aux incitations des aménageurs qui poussent les producteurs du système irrigué à s'organiser en groupement afin de faciliter leur accès aux intrants agricoles. La part des ménages membres d'une OP est de 92% chez le type 4, 86% chez le type 3, 73% chez le type 2 et environ deux tiers chez le type 1 (69%) et le type 5 (63%). Par contre en zone pluviale, la part est faible, environ un tiers pour le ménage type 7 (36%) et moins de 20% pour les autres types. En revanche, la solidarité et l'entraide sont beaucoup plus importantes en zone pluviale. Généralement, pendant les pics de travaux champêtres, les ménages peuvent solliciter de l'entraide de la part des autres personnes. Selon la population, le degré de participation des gens va dépendre de la réputation du chef de ménage, de son niveau et réseau sociaux et aussi de la considération que les autres ont de lui dans le village. En zone pluviale, les plus nantis comme

le type 7 bénéficie de l'entraide la plus importante, soit 44 h-j/an (équivalent à 20% du temps de travail annuel que consacre un actif de cette famille dans l'exploitation agricole), suivis du type 8 (29 h-j), du type 6 (27 h-j) et du type 9, dont l'entraide bénéficiée est deux fois inférieure à celle du type 7. En zone irriguée, le type 5 est celui qui bénéficie le plus (22 h-j) suivis des types 1 et 3, du type 2, puis du type 4 qui n'a bénéficié que de seulement 6 h-j de travail.

Tableau 28: Appartenance à des organisations paysannes et entraides familiales

	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8	Type 9
Membre d'1 OP* (%)	69	73	86	92	63	18	36	7	13
Membre UPRB (%)	63	73	86	92	59	0	0	0	0
Entraide (H-J)**	15	12	15	6	22	27	44	29	21

* (OP=organisation paysanne). **= nombre d'homme-jour que chaque ménage a bénéficié en 2016 (*Source : enquêtes, 2017*)

5. Discussion et conclusion

L'objectif de ce chapitre était de regrouper les ménages agricoles en fonction de leurs dotations en ressources et de leurs capacités à satisfaire leurs besoins, à travers la réalisation d'une typologie multivariée. Pour y parvenir, nous avons appliqué une analyse statistique multivariée comprenant une analyse en composantes principales (ACP) et une analyse de clusters, et basée sur un échantillon de 180 ménages agricoles.

Les résultats ont révélé une diversité de types contrastés de ménages agricoles dans la zone de Bagré. Cinq types ont été identifiés sur le périmètre irrigué et quatre types dans la zone pluviale alentour. Leur hétérogénéité est expliquée principalement par la dotation en capitaux, l'accès à l'irrigation et les revenus des activités à l'extérieur des exploitations familiales. L'accès aux différentes ressources de la zone est gouverné par plusieurs institutions et règles : celles formelles (l'État dans le cas de l'attribution de la terre, et les institutions financières dans le cas du crédit), et celles informelles dont les règles sont définies par le régime traditionnel, ou par des ententes entre les parties prenantes. Cette situation met en évidence un pluralisme légal (Merry, 1988), démontré notamment en milieu sahélien (Papazian et d'Aquino, 2017). Certains ménages utilisent en plus de l'attribution dans la zone irriguée, la location comme moyen informel pour augmenter leur capital foncier, alors que d'autres se limitent aux terres acquises par héritage en zone pluviale. Ces résultats montrent que face à la rareté de la ressource terre, les ménages combinent plusieurs d'entre elles, pour construire leurs ressources de subsistance.

Limites et perspectives

Ce chapitre visait aussi avec les résultats obtenus, à tester la validité d'une typologie construite antérieurement dans la zone irriguée. La comparaison des résultats avec ceux que nous avions obtenus en 2016 à partir des dires d'experts Tapsoba (2016), confirme l'existence de plusieurs types

d'irrigants (Figure 26). Les types restés stables d'une méthode à l'autre sont, (Pauvres ≈ Type 2), (Aisés ≈ Type 3), et (Pluviaux ≈ Type 5). Nous notons cependant, une différence significative de certaines valeurs, surtout le revenu extra-agricole qui varie largement. Cette variable est très fluctuante même à l'intérieur des ménages d'un même type, comme démontré avec les coefficients de variation (Tableau 23). Cependant, elle reste une variable pertinente de différenciation des exploitations agricoles, et sa prise en compte dans la méthode statistique a permis de désagréger le ménage type Moyens en deux types : le type 1 qui se distingue du type 4 par l'importance du revenu extra-agricole. Cela montre une limite de la méthode à dire d'experts, car ces deux ménages types n'avaient pas été séparés.

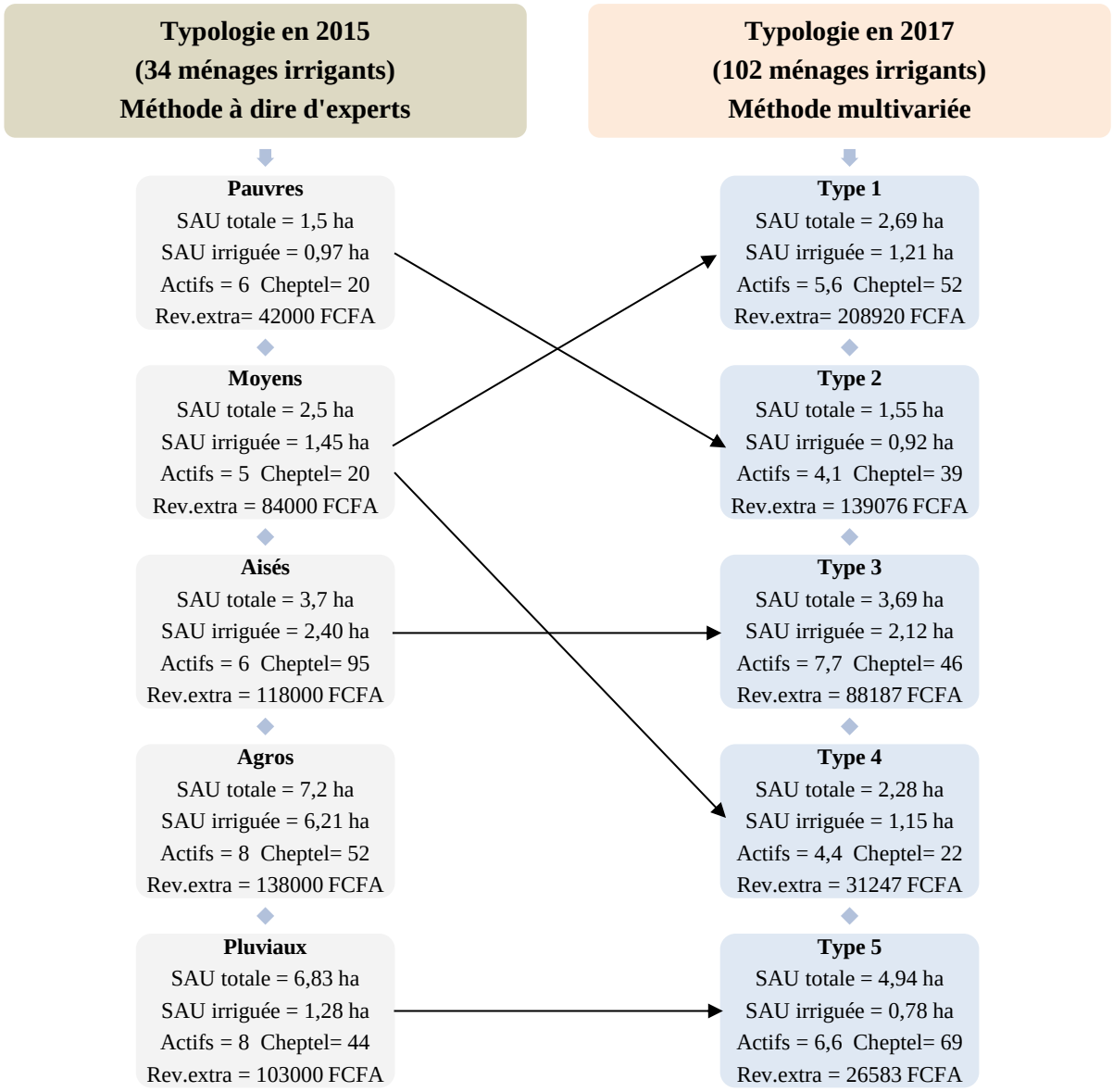


Figure 26 : Comparaison des résultats entre la typologie multivariée réalisée dans cette étude et une typologie à dire d'experts réalisée dans la zone en 2015
(*Source : auteur*)

La typologie multivariée n'a pas permis non plus d'identifier le ménage type Agros, qui existait dans la précédente typologie réalisée à dire d'experts (Figure 26). Ce type représente en majorité des producteurs semenciers qui exploitent en moyenne 5 ha de parcelles irriguées depuis l'introduction de la production de semence en 2003 (Tapsoba, 2016). Cependant, ils sont relativement peu nombreux par rapport à la population totale, soit 32 riziculteurs (2 par village de 100 producteurs). La part faible d'un type dans une population, est une limite à la méthode multivariée, lorsque l'échantillon choisi n'est pas très grand. La méthode de sélection peut impacter leur présence dans l'échantillon, et le processus multivarié peut aussi conduire à leur retrait comme valeurs extrêmes, du fait qu'ils auront des caractéristiques éloignées des autres ménages (Alvarez *et al.*, 2014). Le type Agros représente à priori 2% des irrigants dans chaque village. Donc pour un tirage aléatoire de 30 ménages/village fait pour l'échantillon de cette étude, la chance de tomber sur un producteur semencier est de (30/100) * (2/100) = 0,6%. Cependant, à la fin, l'analyse des ménages supprimés au cours de l'ACP (Alvarez *et al.,* 2014), pourrait permettre d'identifier les types les moins nombreux. Pour cette étude, 15 observations ont été supprimées de l'ACP zone irriguée. Parmi elles, on constate qu'un seul ménage est proche d'un type Agros : sa surface totale est de 6 ha dont 4 ha est en irrigué. Il possède 16 actifs, 89 animaux et un revenu extra-agricole/actif de 72500 FCFA. Ce qui implique que dans l'échantillon de 117 producteurs irrigués enquêtés pour cette étude, seul un, était Agros. La méthode statistique reste la plus appropriée lorsque nous disposons de données détaillées, car la méthode à dire d'experts nécessite de contacter plusieurs institutions différentes afin d'avoir des points de vue assez divers.

La typologie est une description de la diversité des ménages à un instant t donné. Cependant, les ménages ont des stratégies et une histoire qui font qu'ils peuvent passer d'un type à un autre. Par exemple, une amélioration des dotations en ressources d'un ménage du type 2, peut le faire basculer dans l'un des autres types, la période suivante. Les ménages réels montrent un continuum de situations. Il y a donc une certaine subjectivité dans les regroupements en grands types et une variabilité importante de certains facteurs. Une autre question qui se pose est de savoir s'il vaut mieux utiliser un ménage moyen (virtuel) ou un ménage réel qui se trouve au centre du groupe. Enfin, même si une typologie n'est pas parfaite, elle reste un outil pertinent pour représenter la diversité des situations des ménages à l'échelle d'une zone donnée. Comme le souligne Köbrich *et al.* (2003), la meilleure, c'est celle qui permet de garantir le plus d'homogénéité dans les types et d'hétérogénéité entre eux. Il est toujours préférable d'avoir des sous-types de ménages homogènes que de considérer la population dans son ensemble comme un seul type. La classification des ménages en sous-types est une façon de réduire la grande hétérogénéité de la population (Alvarez *et al.*, 2018).

En somme, notre analyse multivariée a permis de caractériser les dotations en ressources de cinq types de ménages en zone irriguée et de quatre types en zone pluviale. La présence de certains types est aussi confirmée par la démarche à dire d'experts. Si l'on tient compte des deux résultats, on conclura à l'existence de six types d'irrigants dans la zone (type 1 à type 5) et le type Agros identifié précédemment. Le reste des analyses de la thèse sera basé sur les résultats de la démarche multivariée. Nous n'avons pas trouvé important d'ajouter le type Agros (producteurs semenciers) qui représente une infirme pourcentage des ménages agricoles de la zone. Le chapitre suivant sera consacré à l'évaluation de la pauvreté, de l'insécurité économique et de l'insécurité alimentaire des ménages types identifiés (type 1 à type 9), représentés chacun par le *ménage moyen* des groupes. Cela permettra de faire une analyse détaillée sur des types contrastés qui représentent bien l'ensemble des situations. Les mécanismes à l'œuvre ayant abouti à la situation observée seront également analysés ainsi que les trajectoires possibles des ménages types pluviaux qui seront installés les années à venir sur le périmètre irrigué.

Chapitre 5. État de la pauvreté et de l'insécurité alimentaire des ménages et analyse des mécanismes à l'œuvre

1. Introduction

L'objectif de ce chapitre est d'affiner le diagnostic socioéconomique en évaluant l'état de la pauvreté, de l'insécurité économique et de l'insécurité alimentaire des ménages types irrigants et pluviaux, d'analyser les mécanismes à l'œuvre qui ont abouti à la situation observée, et d'estimer les trajectoires des ménages pluviaux qui seront installés dans le projet irrigué. En absence de données avant l'aménagement, une approche « avec/sans » est adoptée, permettant ainsi de faire une comparaison entre les ménages irrigants actuels et les ménages de la zone pluviale alentour, ces derniers pouvant être affectés par le projet d'irrigation. Le caractère multidimensionnel de la pauvreté et de la sécurité alimentaire les rend complexes à évaluer. Pour cette étude, la démarche adoptée allie à la fois une analyse basée sur des indicateurs et une approche intégrant la perception des ménages enquêtés. D'abord, les besoins comme les activités du ménage ont été analysés. Ensuite, des indicateurs économiques et alimentaires ont été estimés en reconstituant les sources de revenu et de consommation du ménage, et comparés à différents seuils. Enfin, les résultats ont été confrontés à la perception des populations afin d'enrichir le diagnostic. Après cette courte partie introductive, une deuxième partie décrit la méthodologie d'analyse (calcul des indicateurs). La troisième partie présente les résultats (situation économique et alimentaire actuelle des paysans et dynamiques d'évolution). La dernière partie discute des résultats et conclut le chapitre.

2. Indicateurs d'analyse de la pauvreté et de l'insécurité alimentaire

2.1. Revenu incluant l'autoconsommation

Le revenu annuel par tête en réintégrant l'autoconsommation au prix du marché est estimé en reconstituant les revenus issus des différentes activités du ménage. Ces activités sont la production agricole, l'élevage, et les activités extra-agricoles[35]. D'abord, le revenu annuel[36] total (Rt) en FCFA (monnaie locale), pour chaque ménage, est estimé en s'appuyant sur les méthodes classiques :

[35] Le terme « activités extra-agricoles » désigne ici les activités hors de l'exploitation agricole familiale à savoir les activités non agricoles et le salariat agricole (travail dans l'exploitation d'un autre producteur).

[36] La période de référence des données s'étend du 1er janvier au 31 décembre 2016. Elle couvre 2 campagnes rizicoles (janvier/mai et juillet/novembre), une seule campagne de cultures pluviales (juin/octobre), et une campagne de contre-saison pour les cultures maraîchères (novembre/mai).

$$Rt = \sum_i [(Qv_i * Pv_i) - Cp_i + Qa_i * Pm_i] + \sum_j [(Qv_j * Pv_j) - Cp_j + Qa_j * Pm_j] + \sum_k r_k$$

- La somme en i calcule le revenu agricole qui est défini comme la somme des revenus des différentes productions agricoles du ménage, i = (mil, maïs, tomate, …, sésame,…), Qv_i la quantité vendue en kg de la récolte i, Pv_i le prix de vente, Cp_i les coûts de production (intrants, main d'œuvre, etc.), Qa_i la quantité autoconsommée en kg de la récolte i et Pm_i le prix du marché[37]. Pour le riz irrigué produit en 2 campagnes, le revenu se calcule comme la somme du revenu de chaque campagne.
- La somme en j détermine le revenu de l'élevage, défini comme la somme des revenus issus de chaque produit (ou espèce animale) vendu et autoconsommé par le ménage, j= (bœufs, chèvres, moutons, poules, etc.), Qv_j le nombre d'espèces j vendues dans l'année, Pv_j le prix de vente par tête, Cp_j les charges de production en élevage (aliments, vaccins, main d'œuvre, etc.), Qa_j le nombre d'animaux de l'espèce j autoconsommés (quotidien, fêtes, baptêmes,…), et Pm_j le prix du marché (calculé selon la même méthode que les prix des produits agricoles).
- La somme en k estime le revenu extra-agricole défini comme la somme des revenus nets des différentes activités extra-agricoles, k = (commerce, artisanat, orpaillage, transferts d'argent, salariat agricole, etc.) et r_k le revenu net tiré de chacune de ces activités pratiquées.

Ensuite, le revenu annuel par tête ($\widehat{Rt} = Rt/EA$) est calculé comme le rapport entre le revenu annuel total du ménage (Rt) et le nombre de personnes qui le composent, estimé en terme d'équivalents adultes (EA) sur la base de la table d'équivalence FAO (Afristat, 2009). Enfin, le revenu/tête est comparé au seuil de pauvreté afin d'évaluer la capacité du ménage à satisfaire ses besoins monétaires et alimentaires courants. L'estimation réalisée au Burkina Faso lors des dernières enquêtes ménages par l'INSD, a fixé le seuil de pauvreté (SP) à 153530 FCFA par adulte par an (INSD, 2015b)[38]. La pauvreté est caractérisée dans les deux zones, en utilisant deux indices de mesure de Foster, Greer et Thorbecke (Foster *et al.*, 1984) : l'incidence de pauvreté qui est définie comme la proportion des ménages pauvres par rapport au nombre total de ménages ; et la profondeur ou gap de pauvreté qui est la moyenne des écarts des revenus/tête par rapport au seuil de pauvreté. L'écart est nul pour les revenus au-dessus du seuil.

[37] Ce prix du marché représente une moyenne des prix sur la période de consommation relevés sur les marchés où les ménages font leurs achats. Les données proviennent de SIM SONAGESS (Système d'Information des Marchés de la Société Nationale de Gestion des Stocks de Sécurité alimentaire du Burkina Faso).

[38] L'Institut National de la Statistique et de la Démographie du Burkina (INSD) estime le seuil absolu de pauvreté à travers le coût d'un panier alimentaire de biens et de celui d'autres besoins non alimentaires. Ce panier d'une trentaine de produits, représente plus de 80% de la consommation annuelle et représentatif de toutes les régions.

Comme toujours, le recours à des seuils est sujet à réflexion. On ne passe pas soudainement de pauvre à non pauvre car on a dépassé de quelques centimes le seuil de pauvreté. C'est pourquoi un second indicateur considéré comme « seuil de sécurité économique » a été estimé. Ce seuil part de l'idée que le revenu dont dispose le ménage devrait lui permettre de satisfaire ses besoins essentiels de la période courante, et de pouvoir investir dans ses activités économiques (production, élevage, extra-agricole) nécessaires pour satisfaire ceux de la période suivante. Cet indicateur plus large, est essentiel pour les ménages notamment du système irrigué où la production rizicole exige des investissements importants en matière d'intrants et de main d'œuvre. Pour une année *n* donnée, le seuil de sécurité économique (SE) pour un ménage est évalué comme suit :

$$\mathrm{SE\ (n)} = \mathrm{SP\ (n)} + \frac{\mathrm{Mt}}{\mathrm{EA}}\ \mathrm{(n)} + \frac{\mathrm{CT}}{\mathrm{EA}}\ \mathrm{(n+1)}$$

SP est le seuil de pauvreté monétaire. Mt, est le montant total des amortissements annuels des équipements. Pour chaque équipement, le montant est calculé comme la somme de la valeur annuelle de l'amortissement et des charges de maintenance (Annexe 11). CT est le coût total à investir dans la production de l'exploitation agricole familiale et dans les activités extra-agricoles. Pour simplifier les calculs, on suppose que les charges de production de l'année *n* sont identiques à celles de l'année n+1. Pour le riz irrigué produit en deux campagnes/an, on prend en compte les charges d'une seule campagne[39] parce que la production est vendue pour réinvestir dans la campagne suivante. Comme le seuil (SP), le seuil (SE) est exprimé en FCFA/adulte/an, mais il est différent pour chaque ménage et varie en fonction de ses ressources, équipements, surface agricole, coûts de production, etc. Un revenu/tête au minimum égale à ce seuil (SE), signifie que le ménage peut assurer ses besoins de base, financer ses charges pour l'année n+1 (intrants, élevage, etc.) sans recourir au crédit, et couvrir ses amortissements pour pouvoir renouveler son équipement productif. Ces seuils (SP et SE), ont été confrontés à la perception des ménages enquêtés (voir chapitre 3).

2.2. Consommations céréalière et énergétique pour évaluer la sécurité alimentaire

Hoddinott (1999) estime qu'il existe plus d'une centaine de définitions et d'indicateurs construits pour mesurer la sécurité alimentaire. Cela témoigne de la complexité de l'évaluation de la sécurité alimentaire. Dans cette thèse, deux indicateurs (consommations céréalière et énergétique) ont été sélectionnés pour analyser la sécurité alimentaire des ménages. La pertinence de ces mesures réside notamment dans l'insertion de celles-ci dans le contexte local du pays.

[39] Seules sont comptabilisées les charges d'engrais, de semence, de pesticide, d'emballage, de location de parcelle et d'opérations culturales. L'objectif étant d'évaluer la capacité du ménage à financer ses charges jusqu'à la sortie de la production suivante, on suppose que les dépenses à partir de la récolte (récolte, battage, transport, etc.) sont financées en nature (par le riz récolté) ou en espèces en vendant le riz, comme cela se fait sur le périmètre. Elles ne sont donc pas comptabilisées dans le calcul (voir les charges utilisées en Annexe 12).

En effet, dans les pays sahéliens, les céréales constituent la base de la nourriture et contribuent pour 70% environ à l'apport énergétique dans le régime alimentaire des burkinabés (PNSAN, 2013). Ces céréales proviennent des récoltes du ménage, de ses achats sur le marché et des dons éventuels. La satisfaction des besoins céréaliers est considérée comme un indicateur de sécurité alimentaire. Elle est évaluée chaque année par l'État burkinabé à travers l'établissement du bilan céréalier national de la campagne agricole, en terme de disponibilité de céréales en kg/habitant/an. C'est le premier indicateur calculé ici (mais au niveau ménage) pour évaluer la sécurité alimentaire des ménages. Selon l'estimation du CILSS[40], la satisfaction des besoins céréaliers d'une personne adulte burkinabé est fixée à 203 kg de céréales/an (CILSS, 2004). Soit Ct, la consommation totale de céréales de chaque ménage, la formule s'écrit comme suit :

$$\mathrm{Ct} = \sum_i \mathrm{Qa}_i + \pi$$

L'indice i est limité ici aux céréales (riz irrigué, riz pluvial, maïs, mil, sorgho), π représente un vecteur des quantités totales de céréales achetées par le ménage sur le marché. L'autoconsommation en riz paddy est multipliée par 0,62 pour avoir le montant en céréales nettes après décorticage. La consommation de céréales/tête ($\widehat{\mathrm{Ct}} = \mathrm{Ct}/\mathrm{EA}$) est estimée comme la consommation totale rapportée au nombre d'équivalents adultes. Cet indicateur est comparé au seuil de 203 kg, afin d'apprécier la satisfaction des besoins céréaliers du ménage et ainsi évaluer en première approche, sa sécurité alimentaire. Comme pour la démarche sur la sécurité économique, le seuil de sécurité céréalière de 203 kg a été discuté lors des ateliers afin de co-construire le diagnostic alimentaire prenant en compte la perception des gens sur leur propre sécurité alimentaire.

Pour prendre en compte les aliments autres que les céréales dans l'analyse de la sécurité alimentaire, un deuxième indicateur appelé apport énergétique total du ménage a été estimé. La norme recommandée par les Nations Unies est de 2200 Kcal/jour pour les besoins d'une personne adulte burkinabé (CILSS, 2004). Cet apport énergétique (Ent) est estimé en additionnant les calories de tous les aliments consommés (autoconsommations et achats) par le ménage (céréales, légumes, oléagineux, boissons, viandes, etc.). Il est estimé par la formule suivante :

$$\mathrm{Ent} = (\beta * \pi) + \sum_i \alpha_i * \mathrm{Qa}_i + \sum_j \gamma_j * \mathrm{Qa}_j + \sum_l \frac{\mathrm{D}_l}{\mathrm{Pm}_l} * \mu_l$$

α_i = les calories contenues dans 1 kg de la récolte i autoconsommée (i= riz, maïs, mil, … sésame, soja, tomate, etc.). γ_j = les calories contenues dans une espèce j autoconsommée (j=poules, chèvres,

[40] CILSS c'est le Comité Inter-États de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel composé de 13 pays d'Afrique de l'ouest et du centre (Burkina Faso, Bénin, Cap-Vert, Côte d'Ivoire, Gambie, Guinée, Guinée-Bissau, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal, Tchad, Togo).

moutons, bœufs)[41]. Le terme β représente le vecteur des calories contenues dans chaque kg de céréales achetées. Les autres dépenses alimentaires n'ont pu être collectées qu'en FCFA. Pour les intégrer, D_l représente la dépense annuelle totale en FCFA (déclarée par le ménage) pour chaque aliment *l* (*l* = boisson, sucre, viande, condiments, etc.), Pm_l le prix unitaire du marché (en kg ou litre) et μ_l le nombre de calories contenues dans chaque kg ou litre. Pour simplifier les calculs, les dépenses en boisson sont simplifiées à l'achat de soda[42]. C'est ce que la majorité des ménages achètent au cours de l'année, notamment pour les fêtes. Les dépenses en viande sont également simplifiées à l'achat de la viande de chèvre[43], la plus consommée dans la zone. L'apport énergétique journalier par adulte pour chaque ménage défini comme $\widehat{\text{Ent}} = \text{Ent}/(365 * \text{EA})$, est le rapport entre l'apport énergétique annuel et le nombre d'équivalents adultes, ramené au nombre de jours de l'année. Cet indicateur est comparé au seuil de 2200 Kcal pour évaluer la capacité du ménage à assurer ses besoins caloriques journaliers et ainsi approcher sa sécurité alimentaire énergétique.

2.3. Surface/actif, productivité/ha et indice de diversification

La surface agricole par actif (SAU_{actif}), permet d'apprécier la viabilité foncière et économique des exploitations familiales (Roudart et Dave, 2013). Elle est définie comme le rapport entre la somme totale des terres cultivées par le ménage et le nombre de travailleurs de la famille (actifs). Elle est composée de la surface irriguée/actif et de la surface pluviale/actif. Le ratio de dépendance est calculé comme le rapport entre le nombre total de personnes inactives et le nombre de travailleurs de la famille (dépendants/actifs). Cet indicateur permet d'évaluer la charge reposant sur chaque actif familial et le revenu qui lui est nécessaire pour satisfaire ses besoins et ceux de ses dépendants.

La productivité est un indicateur mesurant la performance économique d'une exploitation agricole. Elle permet d'évaluer l'efficience des facteurs employés dans le processus de production (Gafsi et Mbétid-Bessane, 2007). Pour les exploitations tournées vers la subsistance, la productivité est un indicateur de mesure de la viabilité de la famille (McConnell et Dillon, 1997). Les plus performantes pourront accroître leurs productions agricoles, permettant ainsi de couvrir les besoins alimentaires de la famille et de vendre pour acquérir de l'argent nécessaire à la satisfaction des besoins monétaires. Soit VAB_S, la valeur ajoutée totale en FCFA d'un système de cultures, SAU_{tot} la surface agricole totale en ha de l'ensemble des cultures, Tps_{hj} le temps de travail total en hommes-jours consacré à la production sur l'ensemble des cultures. La valeur ajoutée $VAB_s = PB - CI$. PB est la

[41]La table de conversion des aliments de kg en kcal est extraite de (Seaman *et al.*, 2000). Les animaux autoconsommés ont été d'abord estimés en production de viande suivant la table du Ministère des ressources animales du Burkina (MRA, 2015), avant d'être convertis en kcal (voir les tables en Annexe 13).

[42] Un litre de soda dans la zone coûtait 600 FCFA pour 440 Kcal/litre.

[43] Le prix moyen d'un kilogramme de viande de chèvre sur la période de consommation était de 1667 FCFA.

production brute (vente totale + autoconsommation en valeur) qui est équivalente à la production totale en kg sur l'ensemble de l'exploitation multipliée par les prix unitaires respectifs. La consommation intermédiaire totale (CI) comprend toutes les charges de production (engrais, pesticides, semences, etc.), excepté les charges payées à la main d'œuvre agricole. La productivité des terres et celle du travail, la rémunération du travail familial et celle de la main d'œuvre salariale peuvent être estimées comme suit (Touzard et Ferraton, 2009) : la productivité totale de la terre ($\mathrm{Prd_{terre}}$) en FCFA/ha est égale à la valeur ajoutée totale rapportée à la surface agricole totale. La productivité totale du travail ($\mathrm{Prd_{tra}}$) en FCFA/h-j peut s'écrire comme le rapport entre la valeur ajoutée totale et le temps de travail total. La rémunération journalière du travail familial est égale au revenu agricole rapporté au temps de travail (h-j) que la main d'œuvre familiale a passé sur l'exploitation agricole. La rémunération journalière de la main d'œuvre salariale est équivalente aux charges salariales rapportées au temps de travail effectué par les salariés dans l'exploitation agricole familiale. Le rendement d'une spéculation donnée (riz, maïs, mil, sorgho, etc.), est égale à sa quantité totale produite (kg) rapportée à la surface totale (ha) consacrée à cette culture.

La diversification, qui est une stratégie ex ante de minimisation des risques de vulnérabilité (Ellis, 2000b). Elle permet dans cette étude de comparer la diversité des sources de revenu entre le système irrigué et le système pluvial. Elle est évaluée ici à travers l'indice de Herfindahl Hirschmann (Kumar *et al.*, 2012 ; Andersen et Cardona, 2013), qui s'écrit comme suit : $\mathrm{d_h} = 1 - \sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{k}} \mathrm{U_i^2}$, avec k= nombre de sources de revenu, $\mathrm{U_i}$ = la part du revenu d'une source i dans le revenu total. Plus $\mathrm{d_h}$ tend vers 1, plus les sources de revenu sont très diversifiées. Un revenu concentré sur une seule source, donc très dépendant d'une seule activité aura tendance à augmenter $\mathrm{U_i^2}$ et donc à réduire $\mathrm{d_h}$.

3. Forte pauvreté liée à un accès limité à la terre et aux emplois extra-agricoles

3.1. Pauvreté élevée et sécurité alimentaire fragile

3.1.1. Faible diversification en zone irriguée

Les résultats montrent une diversification plus faible des revenus en zone irriguée qu'en zone pluviale (Tableau 29). L'indice de diversification varie entre 0,65 et 0,80 chez les pluviaux alors qu'il est compris entre 0,51 et 0,70 chez les irrigants. Pour ces derniers, la riziculture irriguée est la première et la principale source de revenu pour la plupart des familles, sauf pour le type 1 où elle est légèrement en dessous du salariat non agricole. Pour les type 3 et type 4, le riz irrigué représente environ la moitié du revenu total, soit respectivement 48% et 46%, tandis qu'il contribue pour 35% chez le type 2 et 29% chez le type 5. Ce poids important que représente le riz irrigué sur le revenu, explique la faible diversification chez les irrigants. Les productions comme les céréales pluviales, les oléagineux, le maraîchage, et l'élevage rapportent très peu de revenu. Cela implique une

sensibilité importante du revenu des irrigants à un choc touchant la filière riz. En revanche, chez le type 5, le revenu agricole est dépendant du riz, mais les céréales pluviales et les oléagineux restent des sources importantes (respectivement 18% et 14%), ce qui permet d'avoir une diversification plus importante que les autres irrigants.

Tableau 29: Diversification et sources de revenu des ménages types

	Ménages irrigants					Ménages pluviaux			
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8	Type 9
Indice de diversification									
Revenu total	**0,67**	**0,63**	**0,67**	**0,51**	**0,70**	**0,72**	**0,80**	**0,71**	**0,65**
Revenu agricole	0,56	0,36	0,55	0,43	0,66	0,70	0,77	0,67	0,59
Revenu extra-agricole	0,31	0,30	0,29	0,10	0,21	0,26	0,40	0,45	0,24
Sources de revenu (%)									
Agriculture	**37**	**47**	**67**	**64**	**64**	**33**	**52**	**54**	**38**
Riz irrigué	26	35	48	46	29	0	0	0	0
Céréales pluviales	7	8	6	9	18	12	24	30	23
Oléagineux	3	3	6	6	14	20	12	17	13
Maraîchage	1	1	6	4	2	1	15	7	1
Elevage	**11**	**8**	**11**	**9**	**23**	**16**	**21**	**23**	**37**
Extra-agricole	**52**	**45**	**22**	**27**	**13**	**52**	**27**	**23**	**25**
Salariat non agricole	28	13	3	10	4	28	3	4	3
Auto-emploi	11	15	6	12	5	7	17	9	10
Transferts d'argent	9	9	9	3	3	10	5	5	5
Orpaillage	4	7	4	1	1	5	2	4	6
Salariat agricole	0,4	0	0	0	1	0	0,2	0	1
Services écosystémiques	0	2	0	1	0	1	1	0	0

NB : Salariat non agricole (transformation, BTP, gardiennage et chauffeurs routiers), Auto-emploi (artisanat et commerce), Services écosystémiques (vente de bois et pêche). (Source *: calcul de l'auteur).*

Les pluviaux, en dehors du type 9, ont des sources de revenu plus diversifiées que les irrigants, en raison d'une diversification agricole plus importante. Le revenu agricole est peu dépendant d'une seule source. Les parts des contributions des céréales pluviales, des oléagineux et de l'élevage sont importantes. Chez le type 7, dont l'indice de diversification est le plus important (0,80), la part des céréales pluviales (24%) et de l'élevage (21%) sont assez proches, de même que celles du maraîchage (15%) et des oléagineux (12%). Également, pour les type 6 et type 8, le revenu agricole est mieux réparti entre les céréales pluviales, l'élevage et les oléagineux. Pour le type 9, dont la diversification est la plus faible (0,65), le revenu agricole est dépendant de l'élevage (37%) dont le poids est très important par rapport à la part des céréales pluviales (23%) et surtout celle des oléagineux (13%).

La faible diversification agricole, notamment en zone irriguée, n'est pas compensée par une diversification plus importante des activités extra-agricoles. L'indice de diversification du revenu extra-agricole varie entre 0,10 et 0,31, et est relativement faible par rapport à l'indice en zone pluviale qui varie entre 0,24 et 0,45. En général, la diversification extra-agricole est inférieure à celle agricole pour l'ensemble des ménages. Pour beaucoup d'entre eux, le revenu extra-agricole provient principalement du salariat non agricole (recrutement dans l'étuvage du riz, dans la

construction et les travaux publics d'aménagements, dans le gardiennage et la conduite routière), et/ou de l'auto-emploi (artisanat et commerce). C'est le cas par exemple de ceux dont les activités extra-agricoles représentent environ la moitié du revenu. Il s'agit des type 1 et type 6, dont 28% des 52% de la contribution extra-agricole provient du salariat non agricole ; et du type 2 dont les 45% de la part extra-agricole proviennent surtout pour 15% de l'auto-emploi et 13% du salariat non agricole. De même, chez le type 4, le revenu extra-agricole provient surtout de l'auto-emploi (10%) et du salariat non agricole (12%). Pour les autres, c'est soit la part de l'auto-emploi qui est la plus importante (type 5, types 7 à 9), soit les transferts d'argent (type 3).

Le secteur agricole (agriculture et élevage) reste le principal moyen de subsistance et la première activité pourvoyeuse de revenu pour beaucoup de familles dans la zone. Surtout chez les types 3 à 5 en zone irriguée et les types 7 à 9 en zone pluviale où il contribue pour plus de 70% au revenu annuel total du ménage. En revanche chez les types 1 et 2, ainsi que le type 6, il participe à parts presque égales avec les activités extra-agricoles. Les résultats révèlent également une contribution très marginale de 3 activités : le maraîchage, dont la contribution la plus importante est celle du type 7 (15%). Pour le reste, il est pratiqué dans des lopins de terres, ce qui explique sa faible participation au revenu (1 à 6% en zone irriguée et 1 à 7% en zone pluviale). Également, la contribution du salariat agricole est très marginale, voire la plus faible dans la zone (moins de 1% selon les ménages types). Même chez les plus pauvres en terres comme les type 2 et type 4 en zone irriguée, la contribution est nulle. De même, les ménages des zones pluviales autour tirent peu de revenu des emplois agricoles du périmètre irrigué. Enfin, les services écosystémiques comme la chasse, la cueillette, les ventes de bois (disparus progressivement avec les aménagements) et la pêche sont des activités qui ne rapportent pratiquement pas aux ménages. Elles contribuent pour moins de 2% au revenu.

3.1.2. Forte pauvreté dans la zone

La pauvreté et l'insécurité économique des ménages de la zone sont analysées en comparant leurs revenus par tête à trois seuils, à savoir le seuil monétaire de pauvreté (SP), le seuil économique défini par le modèle (SE)[44] et le seuil défini lors des ateliers participatifs (SM) (Figure 27).

Les résultats montrent qu'en zone pluviale, la pauvreté touche 64 % des ménages (type 8 et type 9), qui vivent avec un revenu à 75 % du SP (Tableau 30). La profondeur de pauvreté est de 25%. Ces

[44] Le seuil économique estimé par le modèle varie entre 220000 et 250000 FCFA/adulte/an en zone irriguée et est plus élevé qu'en zone pluviale (200000 et 220000 FCFA) en raison des coûts plus importants (Tableau 30). L'investissement dans un ha de riz irrigué coûte en cash environ 310000 FCFA/saison, alors qu'un ha de cultures en zone pluviale coûte environ 50000 FCFA/saison, soit 6 fois plus faible. Le seuil diffère selon les ménages, en raison de la différence de dotations en capitaux.

ménages pauvres sont en insécurité économique permanente. Le revenu par tête ne représente qu'à peine la moitié du seuil économique (58% pour le type 8 et 57% pour le type 9) et est largement insuffisant pour satisfaire les besoins de base et pouvoir financer les activités de production et d'élevage. En revanche, les type 6 et type 7 (36% des pluviaux) ne sont pas en insécurité économique. Le type 7 vit largement (68%) au-dessus du seuil de pauvreté (SP) alors que chez le type 6, le revenu est à 49 % au-dessus du SP, grâce notamment à une contribution importante du revenu extra-agricole (Figure 27). Ces ménages couvrent leurs besoins de base et sont capables de financer leurs activités de production. Cependant, leur sécurité économique reste fragile, car les revenus sont légèrement au-dessus du SE (14% pour le type 6 et 17% pour le type 7). Ces ménages pourraient basculer en insécurité économique en cas de choc important.

En zone irriguée, la situation n'est pas meilleure. La pauvreté frappe 55 % des ménages irrigants, dont 30% vivent à la limite du SP (type 5) et 25% vivent avec 73% du seuil SP (type 4). Comme l'incidence de pauvreté, la profondeur de pauvreté est légèrement moins importante en zone irriguée (18%) qu'en zone pluviale (25%). Par contre, selon le SE estimé, la proportion des ménages en insécurité économique (types 2 à 5) est plus importante en zone irriguée (84%) qu'en zone pluviale (types 8 et 9) où elle est de 64%. En plus des ménages pauvres (type 4 et type 5) déjà en insécurité économique permanente, les type 2 et type 3 le sont également, même si ces derniers assurent leurs besoins de base. En effet, le type 2 vit à 25% au-dessus du SP, mais cela est insuffisant pour assurer la sécurité économique. De même, le type 3 a un revenu à 49% au-dessus du SP mais 9% en dessous du seuil SE. Dans cette zone, seul le type 1 est en sécurité économique si on considère le SE, soit 16% des irrigants. Il vit aisément au-dessus de la ligne SP, mais légèrement (11%) au-dessus du SE. Sa sécurité économique est surtout due à une contribution plus importante du revenu extra-agricole (Figure 27).

Tableau 30 : Revenu par tête, seuil économique et incidence de pauvreté dans la zone

	Ménages irrigants					Ménages pluviaux			
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8	Type 9
% de ménages	16	15	14	25	30	18	18	25	39
Revenu/tête	276545	192279	228208	111580	153698	228722	257951	116563	114320
En % du SP	180	125	149	73	100	149	168	76	74
En % du SE	111	87	91	46	70	114	117	58	57
En % du SM	138	96	114	56	77	114	129	58	57
SE	250000	220000	250000	240000	220000	200000	220000	200000	200000
Incidence de pauvreté	55%					64%			
Profondeur de pauvreté	18%					25%			

NB : SE = seuil de sécurité économique (modèle), SM= seuil économique perception des ménages (=200000 FCFA/adulte/an), SP = seuil de pauvreté monétaire du Burkina Faso (153530 FCFA/adulte/an). *(Source : auteur)*

Ces résultats ont été confrontés à la perception des ménages (ateliers) de la zone afin d'affiner le diagnostic économique et alimentaire. Selon les participants aux ateliers, un ménage en situation de pauvreté est décrit comme celui qui n'arrive pas à assurer l'alimentation des enfants et leur scolarité,

ainsi que les soins de santé. Quand une personne tombe malade dans la famille, elle ne va pas à l'hôpital parce que la famille ne dispose pas d'assez de moyens pour payer les soins. Les membres du ménage sont toujours mal habillés et peu joyeux. Cette situation oblige surtout les épouses du ménage à travailler dans d'autres exploitations agricoles pour payer les condiments de la famille. Ce type de famille est isolé dans la société et dispose de peu d'amis et de relations sociales. Quand on arrive dans la cours, il n'y a pas de bœufs, ni de chèvres, ni de poules. Les habitations sont en banco ou en paille et le ménage ne dispose pas de grenier, c'est-à-dire de stock de récoltes des années précédentes. Cette perception de la pauvreté intègre plusieurs dimensions à savoir la satisfaction des besoins de base, le bien-être des membres du ménage et la vulnérabilité, c'est-à-dire les stocks (bétail et vivres) dont dispose la famille pour pallier aux besoins urgents de liquidité ou aux mauvaises années.

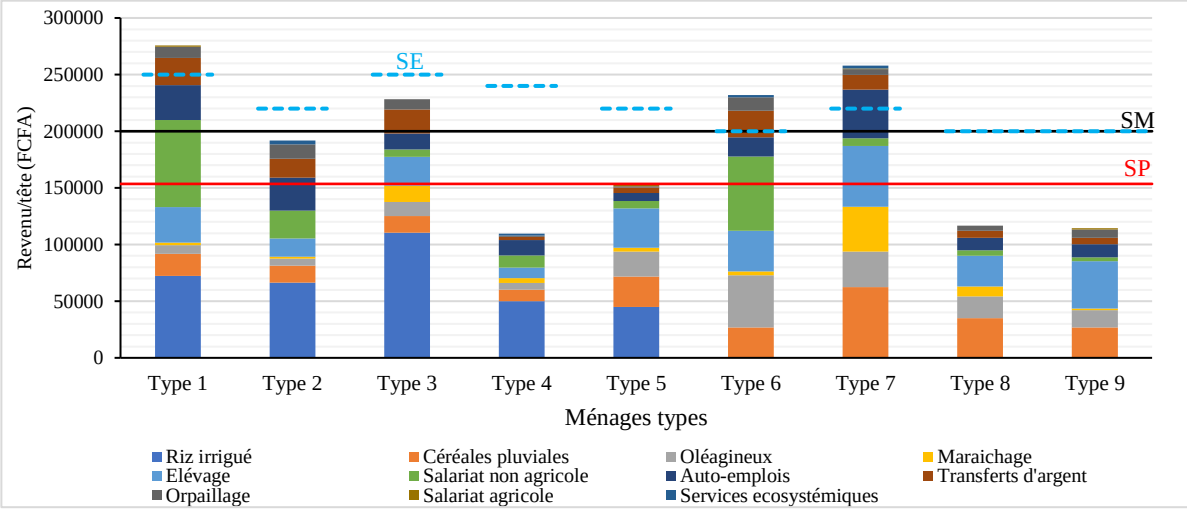


Figure 27: Revenu/tête comparé au seuil de pauvreté (SP), au seuil économique défini par le modèle (SE en tirets bleus) et au seuil économique défini lors des ateliers (SM).
Source : auteur

Pour la population, le minimum annuel de survie estimé pour la famille de 10 adultes est en moyenne de 1,5 million de FCFA pour les besoins alimentaires et non alimentaires. Cette famille pourra s'en sortir si elle arrive à investir 500000 FCFA/an dans ses activités agricoles et non agricoles. La somme de ces deux montants rapportée au nombre de personnes donne le seuil de 200000 FCFA/adulte/an, comme le revenu minimum de sécurité économique estimé par la population[45]. Ce seuil obtenu au cours des ateliers participatifs (SM) a été confronté au résultat du diagnostic (Figure 27). Le revenu minimum défini par la population est supérieur au seuil de pauvreté national (SP) et inférieur ou égal à celui estimé par le modèle (SE). En considérant ce seuil, les résultats révèlent qu'en zone pluviale, l'incidence de pauvreté reste la même, mais avec

[45] Cette valeur est une moyenne arrondie des estimations faites dans les 3 ateliers en zone irriguée. Également pour les 3 ateliers en zone pluviale, le seuil moyen de sécurité économique estimé est environ égal à 200000 FCFA.

une profondeur plus importante. Les ménages en dessous du seuil SM, c'est-à-dire pauvres et en insécurité économique permanente, sont les types 8 et 9, soit 64% des familles. Leurs revenus sont équivalents respectivement à 58% et 57% du seuil SM (Tableau 30). Les ménages en sécurité économique restent les types 6 et 7, soit 36% des familles dans cette zone. En zone irriguée, les type 4 et type 5 sont pauvres selon la perception des ménages, soit 55% des familles. En revanche, les ménages en sécurité économique représentent plutôt 30%, à savoir le type 1 dont le revenu est à 38% au-dessus du seuil SM et le type 3 dont le revenu est 14% supérieur au seuil SM.

Pour résumé, l'analyse de la situation économique des ménages montre que la pauvreté est aussi présente en zone pluviale où elle touche 64% des ménages, qu'en zone irriguée où elle frappe 55% des familles. L'écart est seulement de 9 points de réduction entre ces deux zones. En revanche, il y a légèrement plus de ménages en insécurité économique en zone irriguée (70%) qu'en zone pluviale (64%). Seulement, 30% des ménages irrigants (type 1 et type 3) sont capables d'assurer leurs besoins de base et de financer les charges de production sans recourir au crédit. En zone pluviale, cela représente 36% des ménages pluviaux (type 6 et type 7).

3.1.3. Sécurité alimentaire fragile pour les pauvres

La consommation céréalière par tête comparée au seuil CILSS (Figure 28 gauche) et celle calorique par tête comparée au seuil de 2200 kcal/jour (Figure 28 droite) permet d'évaluer la sécurité alimentaire céréalière et énergétique de chaque ménage type.

En zone irriguée, la sécurité alimentaire céréalière est assurée en année moyenne pour tous les irrigants (Figure 28 gauche). La plupart des ménages ont un niveau de consommation au-dessus de la norme du CILSS, soit 28% pour le type 1, 38% pour le type 2, 16% pour le type 5 et moins de 10% pour les type 3 et type 4 (Tableau 31). Cependant, seuls les types 1 et 5 couvrent le seuil céréalier (203 kg) par l'autoconsommation. Ces ménages sont peu intégrés au marché par l'achat. Seulement 7% des céréales consommées par le type 1 proviennent du marché et 5% chez le type 5. La situation est différente pour les types 1, 3 et 4, dont l'autoconsommation est en dessous du seuil. Le marché sert d'appoint important pour combler le déficit afin d'assurer la sécurité alimentaire de la famille, surtout pour le type 2, où les achats représentent 32% (90 kg) de sa consommation totale. De fait, cela rend ce dernier type dépendant au marché et plus vulnérable à une hausse des prix. Pour les types 3 et 4, les achats représentent 14% de la consommation totale.

En zone pluviale, la sécurité alimentaire céréalière est assurée en année moyenne pour tous les ménages sauf le type 8, soit 25% des pluviaux (Figure 28 gauche). La consommation de ce dernier représente 84% de la norme (Tableau 31). Seul le type 7 couvre ses besoins céréaliers par l'autoconsommation et est indépendant du marché. Sa consommation est de 297 kg (46% au-dessus

du seuil), dont seulement 3% provenait du marché. La dépendance au marché est plus importante pour les types 6, 8 et 9 qui achètent respectivement 16%, 17% et 24% de leurs consommations sur le marché. Le déficit alimentaire céréalier du type 8 est expliqué à la fois par une autoconsommation relativement basse (142 kg) par rapport aux autres, et un achat faible (28 kg) sur le marché qui ne permet pas de combler le déficit.

Tableau 31: Céréales consommées/tête (kg) et contributions des 2 sources

	Ménages irrigants					Ménages pluviaux			
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8	Type 9
Cons/tête (kg)	**260**	**280**	**219**	**215**	**236**	**219**	**297**	**170**	**228**
Cons/norme (%)	128	138	108	106	116	108	146	84	112
Autocons (kg)	243	190	189	184	225	184	288	142	174
Autocons (%)	93	68	86	86	95	84	97	83	76
Achats (kg)	18	90	31	31	11	35	10	28	54
Achats (%)	7	32	14	14	5	16	3	17	24

NB : norme CILSS = 203 kg/adulte/an. *Source : calcul de l'auteur*

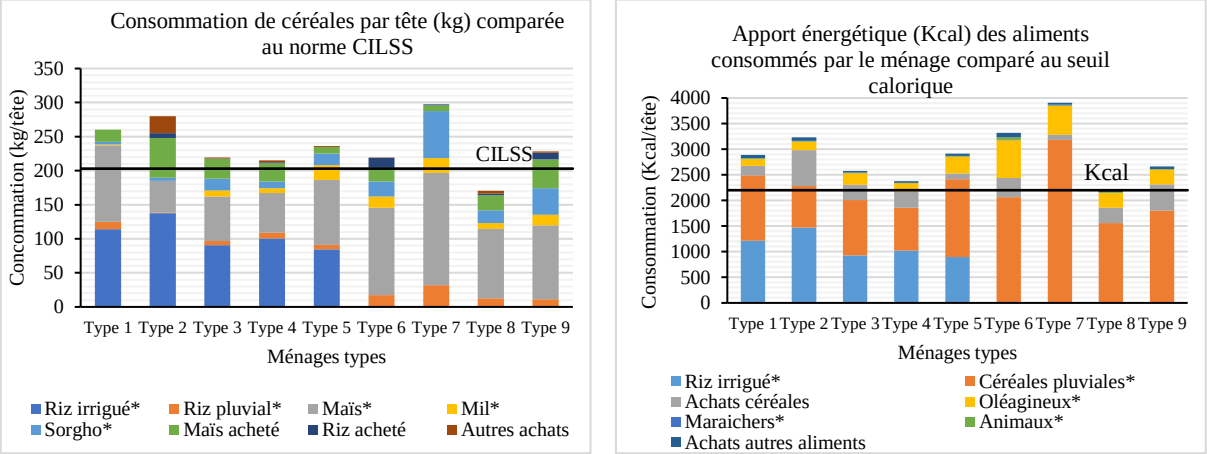


Figure 28: A gauche la consommation de céréales/tête comparée au seuil CILSS et à droite l'apport énergétique des aliments consommés comparé au seuil calorique.
NB : * = autoconsommation. *Source : auteur*

Pour approfondir l'analyse de la sécurité alimentaire, la consommation alimentaire du ménage a été convertie en énergie (Kcal), permettant ainsi d'intégrer les aliments autres que les céréales. La comparaison au seuil international de 2200 kcal/jour, montre une sécurité alimentaire énergétique assurée pour la plupart des ménages dans la zone (Figure 28 droite). Le type 8, dont les besoins en céréales ne sont pas couverts en matière de kg, a pourtant un apport énergétique (2210 kcal/jour) à la limite de la norme recommandée de 2200 kcal/jour (Tableau 32). Cependant, cela ne semble pas lié à une consommation plus importante d'autres aliments (légumes, boissons, etc.), permettant de compenser le déficit énergétique. Quand on compare à la norme requise par catégorie d'aliments (Tableau 32, dernière colonne), nous constatons que sa consommation non céréalière lui rapporte 354 kcal/jour, ce qui est inférieur au seuil de 531 kcal/jour. Paradoxalement, malgré une consommation céréalière (170 kg) inférieure au seuil de 203 kg (Tableau 31), elle rapporte une

énergie (1855 kcal/jour) supérieure au seuil de 1664 kcal/jour (Tableau 32). Cela révèle que le type 8 a un régime alimentaire à forte densité énergétique. Par exemple, il consomme en moyenne dans les 170 kg de céréales, 124 kg de maïs qui rapportent 3630 kcal/kg, 15 kg de riz (3540 kcal/kg) et seulement 31 kg pour le mil et le sorgho, qui contiennent respectivement 3630 kcal/kg et 3550 kcal/kg. Également, pour les autres ménages de la zone, même si les apports énergétiques sont couverts, les régimes alimentaires sont déséquilibrés quand on compare les différents postes d'aliments (Tableau 32). La plupart ont une consommation céréalière dense en calories, dont un apport énergétique en céréales équivalant au double du seuil de 1664 kcal/jour dans le cas du type 7 (3280 kcal/jour). La part des céréales dans la consommation calorique totale, qui est un indicateur de diversité alimentaire, est très élevée, surtout dans la zone irriguée et démontre un régime alimentaire à tendance uniforme (Dury et Bocoum, 2012). Cela semble plus important chez les irrigants où les parts varient entre 87% et 93% (largement au-dessus de la référence du CILSS de 76%) que chez les pluviaux, où elles sont comprises entre 73% et 87% (Tableau 32). En zone irriguée, les régimes sont excédentaires en riz (au moins 9 fois la norme de 114 kcal), et déficitaires en céréales traditionnelles, en légumineuses et tubercules (sauf pour le type 5), en boissons et sucre et en produits animaux. En revanche, en zone pluviale, les régimes sont excédentaires en céréales traditionnelles et en riz, déficitaires en boissons et sucre et en produits animaux. Concernant les légumineuses et tubercules, l'apport est excédentaire chez les types 6 et 7, et déficitaire chez les autres types pluviaux. Pour le reste, la plupart des ménages sont proches de la norme CILSS ou légèrement excédentaires pour la consommation des fruits/légumes, sauf le type 5 qui est en déficit.

Tableau 32: Apports énergétiques des aliments consommés comparés à la norme requise par le CILSS

	Ménages irrigants					Ménages pluviaux				
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8	Type 9	**Norme**
Céréales	**2675**	**2985**	**2309**	**2170**	**2526**	**2436**	**3280**	**1855**	**2314**	**1664**
Céréales traditionnelles	1326	1420	1324	1047	1551	2016	2969	1702	2082	**1514**
Riz	1349	1565	985	1123	975	420	311	153	232	**114**
Blé	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**36**
Non céréalière	**214**	**248**	**266**	**208**	**384**	**881**	**630**	**354**	**346**	**531**
Légumineuses, huiles, tubercules	134	160	224	166	331	738	564	296	293	**323**
Fruits et légumes	29	30	20	26	14	48	39	21	21	**21**
Boissons et sucre	24	10	4	3	7	24	8	14	8	**84**
Epices et autres	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**5**
Produits animaux	27	48	18	13	32	71	19	23	24	**103**
Total	**2889**	**3233**	**2575**	**2378**	**2911**	**3317**	**3910**	**2210**	**2661**	**2200**
% céréales dans le total calorique	93	92	90	91	87	73	84	84	87	76

NB : les valeurs sont en kcal. La dernière colonne provient de (CILSS, 2004). *Source : calcul de l'auteur*.

Ces différents régimes alimentaires, même s'ils apportent l'énergie requise à la population, peuvent donc être pauvres ou déséquilibrés en matière d'apports des nutriments comme les glucides, les lipides ou les protéines. Le contexte de chaque zone influence beaucoup le comportement

alimentaire des familles. En zone irriguée par exemple, la production céréalière est basée sur le riz, dont une part est autoconsommée. Les producteurs achètent en général quelques sacs de maïs pour diversifier leur alimentation mais cela reste dans l'ordre du minimum. En 2016, la production de céréales nettes[46] des irrigants enquêtés était de 545 tonnes, dont 80% était du riz. Parmi le riz produit, 20% est autoconsommé. Donc, l'orientation du périmètre vers la production du riz a entraîné aussi une plus grande consommation de celui-ci par les riziculteurs au détriment d'autres aliments, entraînant une réduction de la diversité alimentaire. Ces résultats mettent en évidence les risques de dommages sur l'état nutritionnel que pourraient avoir les politiques de développement agricole, lorsque celles-ci incitent à la spécialisation sur une culture (Dury *et al.*, 2014). En zone pluviale la production s'élevait à 150 tonnes, dont seulement 11% de riz, le reste étant des céréales traditionnelles (maïs, mil, sorgho) autoconsommées à 68%.

Par ailleurs, la préférence pour les aliments très denses en calories est aussi une réponse à ces activités champêtres, notamment rizicoles (labour, hersage, repiquage, etc.) très épuisantes et exigeantes en énergie. Ce qui implique par ailleurs de manger une quantité également élevée de céréales. Le seuil de 203 kg/adulte a été jugé trop bas lors des ateliers participatifs : « Il faut plus de 200 kg pour les actifs agricoles parce que si tu manges et tu rentres dans la rizière pour travailler, après tu es obligé de remanger encore car tu vas perdre beaucoup d'énergie » (Paysan V9, atelier, 8 déc. 2017). Pour la population, il faut tenir compte du travail fourni par l'individu pour calculer ses besoins alimentaires et en définir un seuil spécifique à chaque famille. Un indicateur diversifié entre 190 kg/adulte et 400 kg/adulte a été défini par la population. Pour chaque individu donné, sa consommation varierait dans cet intervalle et serait déterminée selon qu'il travaille ou non dans les champs, surtout rizicoles. Cela justifie sans doute la consommation de certains ménages comme les types 1, 2 et 7, dont les niveaux sont plus proches de 300 kg/adulte que de 203 kg (Tableau 31).

Ces résultats soulignent l'intérêt de co-construire les seuils de sécurité alimentaire pour permettre une analyse de la situation plus approfondie que celle permise par les seuils prédéterminés. Il en est de même pour le seuil de sécurité économique, qui devrait permettre l'investissement nécessaire dans les activités agricoles sans recours à l'emprunt, si celui-ci est incertain. Ils montrent notamment l'apport essentiel de notre méthodologie qui combine à la fois la théorie économique et la perception locale de la population. Cette approche révèle qu'en matière de sécurité alimentaire, les ménages et les experts en considérant que pour toute personne adulte, la quantité de 203 kg/an est suffisante pour assurer les besoins alimentaires, ont une perception décalée de la sécurité alimentaire. L'analyse du seuil de sécurité économique a permis aussi de montrer l'importance des

[46] 100 kg de paddy équivaut en moyenne à 62 kg de riz consommable après décorticage

besoins d'investissement qui sont également perçus par la population comme essentiels pour qu'une famille s'en sorte. Pour réconcilier les points de vue, la couverture des besoins essentiels, devrait intégrer une composante liée au besoin d'investissement dans les activités du ménage. Mais cela supposerait de considérer des indicateurs différents selon le contexte local et le système de production et impliquerait que les seuils devraient être discutés et déterminés par type de ménage afin de tenir compte de l'accès aux différentes ressources et des besoins à satisfaire, ce qui compliquerait énormément. Enfin, les résultats des questions qualitatives et des discussions dans les ateliers, confirment les résultats du diagnostic sur la situation alimentaire générale de la zone. La plupart des gens enquêtés ne se sentent pas en insécurité alimentaire en année normale mais ils se sentent « à la limite » et souvent en insécurité économique.

En résumé, l'analyse de la situation alimentaire des ménages montre que la plupart en zone irriguée sont en sécurité alimentaire céréalière et énergétique en année normale. En zone pluviale, la sécurité alimentaire énergétique est assurée pour l'ensemble des ménages mais 25% d'entre eux ne couvrent pas leurs besoins céréaliers. Cependant, même si les apports caloriques sont satisfaits pour les ménages de la zone, les régimes alimentaires sont déséquilibrés et pourraient être déficitaires en matière d'apports requis en nutriments.

3.2. Causes de la pauvreté et mécanismes à l'œuvre

Le diagnostic fait état d'une pauvreté importante qui concerne plus de la moitié des familles installées sur le périmètre irrigué, comme dans la zone pluviale autour. Une analyse approfondie des moyens d'existence a permis d'identifier les principales causes et les mécanismes à l'œuvre ayant conduit à la situation actuelle. Cette section a pour but de les présenter et d'analyser les trajectoires futures des ménages pluviaux, en instance d'installation sur le périmètre irrigué.

Les ménages en sécurité économique en zone pluviale (type 6 et type 7), exploitent 2 à 3 fois plus de terres agricoles que les ménages pauvres (type 8 et type 9) (Tableau 33). Cette différence de dotations a permis au type 6 de générer un revenu agricole par actif équivalant au double de celui du type 9 pour des performances productives/ha similaires à 5000 FCFA près, et 40% plus important que celui du type 8 pour une productivité/ha 30% inférieure. Chez le type 7, l'écart de revenu agricole avec les plus pauvres est amplifié par un accès plus important à des terres maraîchères irriguées (0,13 ha/actif), dont l'exploitation permet d'accroître la performance globale à l'hectare de l'exploitation familiale (25% supérieure à celle du type 8 et 75% plus importante que celles des type 6 et type 9). Ces inégalités de revenu sont accentuées par un accès plus important aux activités extra-agricoles qui permet aux plus aisés d'augmenter leurs revenus annuels et d'assurer une sécurité économique des capacités de production.

Tableau 33 : Données d'accès à la terre, de performances productives et de rémunérations du travail.

	Ménages irrigants					Ménages pluviaux			
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8	Type 9
SAU totale/actif (ha)	0,48	0,38	0,48	0,52	0,75	1,24	1,31	0,45	0,64
(CV)	*(0,51)*	*(0,66)*	*(0,45)*	*(0,49)*	*(0,57)*	*(0,34)*	*(0,46)*	*(0,37)*	*(0,66)*
SAU irriguée/actif (ha)	0,22	0,22	0,28	0,26	0,12	0,01	0,13	0,02	0,00
SAU pluviale/actif (ha)	0,26	0,16	0,20	0,26	0,63	1,23	1,18	0,43	0,64
Dépendants/actif	0,9	1,0	0,9	0,8	0,9	1,2	1,8	0,7	1,0
Production céréales (t/ha/an)	4712	4464	3968	3596	4836	705	1146	1145	905
Temps de travail (h-j/ha/an)	216	214	203	174	273	104	167	172	151
dont travail familial (%)	50	51	67	39	54	88	96	94	91
Productivité (FCFA/ha)									
Terres totales	414000	552000	503000	321000	253000	125000	227000	179000	130000
Terres irriguées	682000	700000	807000	464000	769000	682000	844000	560000	607000
Terres pluviales	200000	182000	186000	135000	131000	122000	189000	170000	127000
Rémunérations (FCFA/j)									
Travail familial	4870	6958	5603	2771	2115	1101	1367	1107	1115
M.O salariale	1886	2015	3231	1649	1724	3153	7500	1450	3369
Revenu (FCFA)									
Revenu agricole/actif	147907	139702	218832	102146	141791	121517	276497	83904	65622
Revenu extra-agri/actif	206122	134402	72954	42202	29590	199452	147095	35048	43980
Revenu élevage/actif	45302	25096	36538	13379	50522	59965	111390	36262	63252
Revenu/tête (FCFA)	276545	192279	228208	111580	153698	228722	257951	116563	114320

NB : Pour les fins de comparaison, le temps de travail reporté dans le tableau pour les irrigants est celui uniquement du riz irrigué, de même que la production de céréales en nette. Pour les pluviaux, cela concerne toutes les cultures. *Source : auteur*

En zone irriguée, l'accès à la riziculture irriguée permet aux ménages d'avoir des performances productives (entre 253000 et 552000 FCFA/ha) en général supérieures à celles de la zone pluviale qui varient entre 125000 et 227000 FCFA/ha (Tableau 33). Cependant, les surfaces totales exploitées sont en majorité en dessous (ou autour) de 0,5 ha/actif familial (sauf le type 5), et celles en irriguée font moins de 0,30 ha. Les ménages en sécurité économique ou plus aisés (type 1 et type 3) contrôlent en moyenne des surfaces agricoles similaires à celle du type 4 (ménage pauvre). La différence de revenus agricoles entre ces ménages est expliquée principalement par la productivité agricole en valeur, qui permet aux plus aisés d'être mieux rémunérés dans l'agriculture. En revanche, ces ménages aisés ont accès à plus de surfaces irriguées que le ménage pauvre type 5, qui dispose de plus de terres pluviales. Mais la productivité très faible de ces terres en pluvial ne permet pas de générer un revenu suffisant de compensation pour sortir le type 5 du seuil de pauvreté. Le type 2, ménage non pauvre mais en insécurité économique, est le moins bien doté en terres, surtout pluviales, mais il génère un revenu agricole élevé grâce à un gain de productivité/ha plus important. Globalement, les revenus agricoles dégagés par les irrigants (en dessous du seuil de pauvreté pour la plupart sauf le type 3) sont insuffisants pour prendre en charge chaque actif, qui en plus devrait nourrir environ 1 dépendant. Cela signifie qu'en dessous d'un demi d'hectare par actif, même avec une performance productive importante, l'agriculture ne pourrait pas à elle seule sortir les familles de la pauvreté. Les ménages en sécurité économique, s'en sortent grâce à des revenus extra-agricoles plus importants. Ceux qui en disposent peu comme le type 4 (42000 FCFA/actif) et le type 5 (30000 FCFA/actif) sont bloqués dans la pauvreté.

En résumé, la pauvreté dans les deux zones est expliquée principalement par une insuffisance des surfaces agricoles exploitées et par la faiblesse des revenus extra-agricoles des ménages pauvres, ce qui ne leur permet pas de compenser. Les seuils minimaux d'accès au foncier par actif et au revenu extra-agricole par actif pour les ménages en sécurité économique sont d'environ 0,5 ha et 73000 FCFA en zone irriguée et d'environ 1,25 ha et 147000 FCFA en zone pluviale (Tableau 33).

Pour approfondir cette question des seuils, nous sommes partis du modèle de calcul du revenu annuel du ménage que nous avons décrit en début de ce chapitre. En considérant la charge reposant sur chaque actif (nourrir en moyenne une personne en plus de lui-même), les facteurs de production, les prix observés sur le terrain (vente du riz à 150 FCFA/kg), la productivité moyenne (3,5 t/ha) et les coûts de production (2,1 t/ha = 315000 FCFA/ha), nous sommes arrivés à la conclusion suivante : pour un actif familial, il lui faut au minimum **0,5 ha en irrigué**. En tenant compte de l'autoconsommation (20%), cela lui rapporterait en deux campagnes/an 230000 FCFA. Ce qui implique que ses activités extra-agricoles doivent lui rapporter au minimum un revenu de **170000 FCFA/an** pour qu'ils (lui et son dépendant) puissent être à la limite du seuil de sécurité économique. Si l'on prend en compte la contribution de l'élevage, cela pourrait réduire la nécessité de disposer d'un revenu extra-agricole important. En intégrant des cultures pluviales, le seuil foncier par actif familial pourrait passer à **1,25 ha,** dont un ha en pluvial (le revenu varie entre 100000 et 150000 FCFA/an), et 0,25 ha en irrigué. Le revenu extra-agricole minimum serait de **135000 FCFA**. Ces seuils d'accès aux ressources qui devraient permettre aux plus pauvres dans les deux zones de s'en sortir sont donc proches des dotations minimales dont disposent les ménages qui sont en sécurité économique dans la zone irriguée (Type 1 et Type 3) et dans la zone pluviale (Type 6 et Type 7) (Tableau 33). Nous tentons dans les paragraphes suivants, d'expliciter les mécanismes à l'œuvre ayant abouti à cette situation d'accès insuffisant aux ressources, et d'analyser comment les ménages développent des stratégies pour y faire face.

Ces mécanismes à l'œuvre expliquant la situation des irrigants actuels sont variés : (i) les surfaces attribuées aux ménages dans la zone irriguée, au début de leurs installations dans les années 1980 et à la fin des années 1990, étaient insuffisantes pour leur permettre de sortir du cercle vicieux de la pauvreté. (ii) Les rendements théoriques ayant servi de base pour le calcul de la rentabilité du projet et pour la définition de la taille du foncier à attribuer, sont basés sur des hypothèses très optimistes. (iii) Les emplois non agricoles censés servir de revenus de compensation, contribuent peu, malgré la mise en place du projet. (iv) La règle actuelle de compensation foncière est fixée pour permettre à la population impactée de retrouver son revenu d'avant aménagement, ce qui n'est pas acceptable pour les ménages qui étaient pauvres dans la zone pluviale.

3.2.1. Faiblesse de l'accès initial au foncier et dynamique

La faible dotation en terres en zone irriguée s'explique par une insuffisance de l'accès initial, et une tendance qui a laissé peu de place à des possibilités d'augmentation. Les 100 premiers paysans installés au début des années 1980 lors de l'expérience du projet pilote de 80 ha venaient tous de deux villages autochtones[47] (Yaméogo, 2005). Chaque famille était composée en moyenne de 10 personnes dont 4 actifs et avait reçu une surface irriguée de 0,80 ha et une surface pluviale de 2,50 ha, soit au total 3,30 ha/ménage (Nébié, 2005). Chaque actif familial contrôlait donc 0,825 ha, dont 0,20 ha irrigué et 0,625 ha pluvial pour nourrir 1,5 dépendant en plus de lui-même. Cette expérience qui a duré de 1981 à 1996, était gérée par l'Autorité d'Aménagement des Voltas (jusqu'en 1991) et par la Maîtrise d'Ouvrage de Bagré (MOB). Selon Nébié (2005), le revenu moyen annuel généré durant cette période, était de 450350 FCFA/ménage dont 391275 FCFA provenait du riz irrigué et 59075 FCFA des cultures pluviales. Le revenu/tête agricole évoluait donc autour de 45035 FCFA et à environ 37529 FCFA si l'on tient compte de la croissance de la famille[48]. Comparé au seuil de pauvreté de l'époque (41099 FCFA en 1994 et 72690 FCFA en 1998) (INSD, 2012), le revenu des terres attribuées, était à la limite, suffisant pour assurer les besoins de base. Ceci n'est qu'une moyenne, mais montre globalement les difficultés de départ pour s'en sortir avec le foncier attribué, en l'absence d'autres revenus (extra-agricoles, élevage, ou acquisitions d'autres terres).

La situation ne s'est pas arrangée avec le « Grand Bagré » lancé au cours des années 90. La première tranche d'aménagement de 1200 ha en rive droite a duré de 1995 à 2002, ainsi que l'installation des paysans. L'inondation du barrage a entraîné des déplacements de population (et des pertes de moyens d'existence), soit 170 ménages (1014 personnes), et les aménagements ont impacté une partie des champs cultivables de plus de 3438 ménages (Oréade-Brèche, 2014). Sur la base de la législation[49] en vigueur à cette époque, ces familles affectées n'ont pas reçu de compensation[50] à la hauteur des dommages subis. Elles ont juste été accompagnées dans le relogement par la fourniture d'aide alimentaire et de matériels de construction. Mais, elles ont été placées prioritaires dans l'attribution du foncier irrigué avec une répartition égalitaire pour tout ménage impacté ou non : 1 ha de riz irrigué, 1,5 ha de champ pluvial, 0,4 ha de champ de case et 0,1 ha de parcelle d'habitation,

[47] Dirlakou, site du projet et Bagré village.

[48] Le taux de croissance démographique était de 2% par an entre 1985 et 1996 (INSD, 2004). Ce qui implique que la taille de chaque ménage est passée de 10 à 12 personnes.

[49] L'Ordonnance n°84 du 4 août 1984 et la loi n° 014/96 du 23 mai 1996 portant sur la réorganisation agraire et foncière (RAF) (Oréade-Brèche, 2014).

[50] Ces législations stipulaient que l'État avait un droit de propriété inaliénable, imprescriptible et de gestion sur les terres et peut procéder à des expropriations pour cause d'utilité publique, sous la condition d'une juste indemnisation (MEBF, 2012b). Le droit coutumier des terres n'était pas reconnu par ces lois et les compensations ne pouvaient s'appliquer que sur des personnes détentrices de titres fonciers réguliers (Oréade-Brèche, 2014).

soit une surface cultivable de 2,9 ha. En rive gauche, l'aménagement d'un périmètre de 600 ha entre 2002 et 2004 a entraîné l'arrêt de la production sur les 80 ha du périmètre pilote qui devaient intégrer cette tranche (Carboni *et al.*, 2016). Les droits des premiers irrigants n'ont pas été reconnus par la MOB lors des attributions. Ils étaient obligés de refaire les démarches de souscription pour accéder à la terre, même si leurs descendants pouvaient souscrire eux-aussi, s'ils étaient mariés. Les conditions étaient les mêmes que celles en rive droite (2,90 ha/ménage). Malgré la hausse du coût de la vie par rapport au début des années 1980, la taille des surfaces attribuées aux familles a donc été revue à la baisse (de 3,30 ha à 2,90 ha).

Le désintérêt au début pour le riz irrigué de certains ménages affectés par le projet, a conduit l'État à aller chercher des ménages « migrants »[51] (ailleurs pour les installer sur le périmètre) qui ont reçu les mêmes tailles de foncier et d'aides d'installation que les autochtones impactés. Cette situation a généré des conflits sur le foncier pluvial entre les populations expropriées et ces migrants, sous le regard de la MOB (qui n'est pas intervenue), entraînant une exacerbation des difficultés économiques pour tout le monde. D'un côté, les migrants se sont vus déposséder des champs pluviaux attribués, conduisant à une réduction de la surface agricole contrôlée à 1,4 ha (0,8 à 1 ha de riz irrigué et 0,4 ha de champ de case), alors qu'ils ont tout abandonné dans leurs villages d'origine pour vivre sur le périmètre. Selon MEBF (2012b), la majorité des terres pluviales attribuées en rive droite ne sont pas exploitées par les riziculteurs à cause de ces tensions foncières. De l'autre côté, certains de ces ménages déplacés se sont retrouvés avec peu de ressources : pas de parcelles rizicoles (suite à leur refus), ni de terres pluviales. Face à ces multiples tensions, les attributions ont été depuis limitées au seul foncier irrigué. Les tailles des surfaces allouées ont été réduites jusqu'à 0,5 ha pour certains (suite au retour de l'engouement pour le riz), pour la tranche des 1500 ha rive gauche (attribuée en 2011). Initialement prévu pour l'agrobusiness à hauteur de 60% (Venot *et al.*, 2017), uniquement 20% de ce périmètre a finalement été attribué aux agro-entrepreneurs et les 80% restant aux paysans[52].

Cette dynamique globale de l'accès au foncier dans la zone irriguée permet de reconstituer sommairement les trajectoires des ménages. Le foncier contrôlé en 2016 (voir chapitre 5), provenant des attributions était en dessous de celui qui leur avait été théoriquement attribué (2,90 ha). Ce qui signifie que certains ont perdu une partie de leurs terres suite aux conflits fonciers ou ont reçu uniquement une parcelle de riz irrigué, ou encore ont vu leurs surfaces se réduire suite à l'éclatement des familles. Pour le type 1 (75% de migrants), la plupart proviennent des premiers attributaires et

[51] Sur les 102 irrigants enquêtés en 2017, 38% étaient des autochtones de Bagré, 45% des migrants venant de la même région et 17% des migrants d'autres régions du pays.

[52] Pour le détail sur la question foncière, voir (Carboni *et al.*, 2016 ; Venot *et al.*, 2017 ; Daré *et al.*, 2019).

de ceux installés entre 1995 et 2002. Ils ont su augmenter leurs surfaces (2,69 ha) grâce surtout au lègue et aux stratégies de prêts et de dons. Le type 2 (86% de migrants) dont la majorité a été installée entre 2000 et 2004, représente ceux qui n'ont pas pu augmenter leurs dotations foncières (seulement 1,55 ha en 2016). Le type 3 (78% de migrants), est un mélange de générations de 1997 à 2004 et aussi de 2011. Il contrôlait 3,69 ha grâce aux stratégies de location et de prêts. Le type 4 (64% de migrants) est également un mélange de plusieurs générations et contrôlait 2,28 ha en 2016 grâce notamment au lègue. Le type 5 est un groupe de ménages autochtones (66%) qui contrôlait 4,94 ha en 2016. Il est caractéristique des familles qui étaient proches de la zone du projet et qui n'avaient perdu qu'une partie ou pas de leurs terres. Ils exploitent la parcelle irriguée qui leur a été attribuée, tout en gardant une main mise sur leur foncier pluvial acquis de leurs ascendants.

Par ailleurs, cette situation est liée aussi à une progression très lente des aménagements irrigués. En 26 ans (1980 – 2016), seulement 3380 hectares ont pu être aménagés et mis en exploitation. Tandis que dans la même période, la population a progressé considérablement[53]. Par exemple, si l'on considère uniquement les 100 premiers irrigants (1000 personnes), ils seraient aujourd'hui au autour de 2400 personnes (soit plus que le double) du fait de la croissance démographique[54]. A chaque nouvelle extension, il y aura des personnes affectées à compenser, des descendants d'attributaires en quête de terres et des migrants qui désirent eux aussi en profiter. Le virage vers l'agrobusiness n'est pas prêt d'arranger la situation: sur les 16600 ha prévus dans les extensions futures, seuls 23% reviendront aux paysans et le reste aux privés (Bagrépôle, 2014a).

3.2.2. Des rendements observés en dessous des seuils théoriques

Les rendements utilisés pour évaluer la viabilité économique et financière du projet et pour déterminer la taille du foncier à attribuer à chaque producteur, se basent sur des scénarios très optimistes (Figure 29). Pour l'aménagement des tranches de 1200 ha et 600 ha, la MOB tablait sur un rendement entre 4 et 4,5 t/ha (Kabore et Sédogo, 2014), en s'appuyant sur les résultats du projet pilote (1981 – 1996) où le rendement annuel moyen était de 3,97 t/ha (Nébié, 2005). Le seuil de 4 t/ha/campagne (Rf.M1) était, selon elle, atteignable vu les résultats passés et permettrait d'assurer à la fois un revenu substantiel aux paysans et une pérennisation du projet (Nébié, 2005). Ce seuil a été revu à la hausse ces dernières années lors de l'aménagement des 1500 ha en 2006 où il a été fixé à 6 t/ha/campagne (Rf.M2) et pour les extensions en cours où Bagrépôle table sur un rendement moyen de 5,75 t/ha/campagne (Rf.B) pour le paysannat (Bagrépôle, 2012a). Cependant, les résultats

[53] La population de la région (Centre-Est) a presque doublé en 20 ans passant de 661182 en 1985 à 1,13 million en 2006 (INSD, 2009a). Selon les projections, elle serait passée à 1,5 million en 2016 (INSD, 2009b).

[54] Ces taux étaient de 2% entre 1986 et 1996, 2,5% entre 1996 et 2006 et 3% entre 2006 et 2016 ; sur la base des données de (INSD, 2004).

observés sur le terrain mettent en évidence des écarts entre les rendements théoriques de l'aménageur et ceux obtenus par les paysans (Figure 29 C). En 2017, sur les 102 producteurs enquêtés (Type 1 à Type 5), le rendement moyen était de 3,5 t/ha/campagne, mais plus de 50% avaient un rendement inférieur à 3,5 t/ha, plus de 70% un rendement en dessous de 4 t/ha, et plus de 98% avaient une productivité/ha inférieure à 5,75 t/ha. Cet écart de productivité représente un manque à gagner considérable et est un facteur expliquant la situation des plus pauvres. Par exemple, le rendement moyen du type 4 en 2016 était de 2,9 t/ha/campagne, soit un écart de 1,2 tonne par rapport au référentiel minimal de 4 t/ha (Rf.M1). L'écart pour l'année était de 2,4 tonnes (2 saisons), ce qui représente 360000 FCFA (150 FCFA/kg), soit un peu plus que le montant nécessaire pour ramener ce type sur la ligne de pauvreté. Ces résultats semblent n'avoir pas évolué significativement car ils étaient quasi similaires en 2014. Sur les 34 producteurs enquêtés (G1 à G5), 44% avaient un rendement inférieur à 3,5 t/ha, 60% un rendement en dessous de 4 t/ha et plus de 97% un rendement inférieur au seuil de 5,75 t/ha (Figure 29 C).

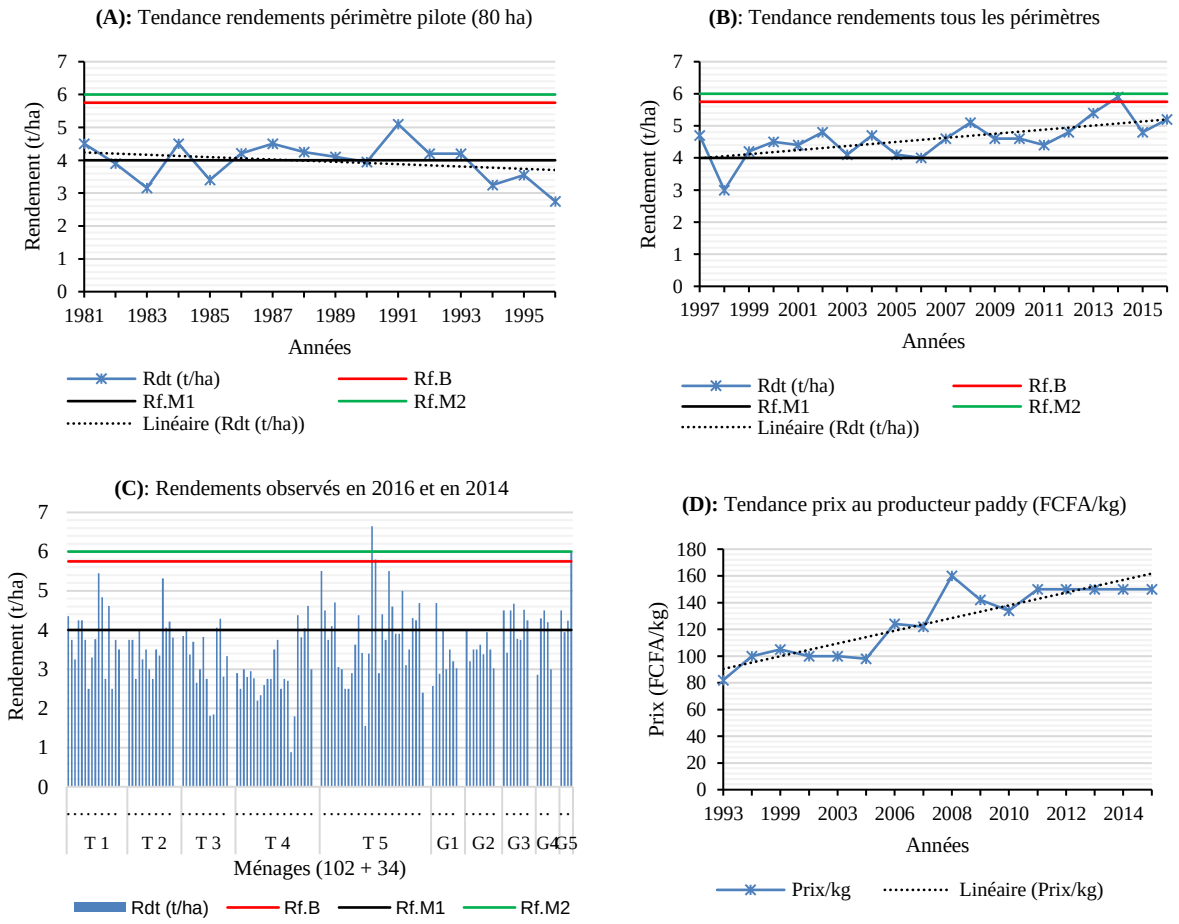


Figure 29 : Comparaison entre rendements théoriques et observés et tendance du prix du paddy
(A) et (B) Tendances des rendements (source : données Bagrépôle). **(C)** Rendements observés pour 102 producteurs (T1 à T5) en 2016 (enquêtes, 2017) et 34 producteurs (G1 à G5) (enquêtes, 2015). **(D)** Tendance prix paddy au producteur – Sources – 1993 et 1995 (Nébié, 2005), 1999 et 2000 (Segda *et al.*, 2004), 2003 (Segda *et al.*, 2006), 2005 (Kabore, 2007), 2006 à 2013 (FAO, 2014), 2014 et 2016 (enquêtes, 2015, 2017). Rf.M1 (seuil théorique des 600 ha et 1200 ha), Rf.M2 (seuil théorique pour les 1500 ha), Rf.B (seuil théorique actuel de Bagrépôle).

D'autres études dans la zone ont observé également des rendements en dessous des objectifs fixés par le projet, notamment le seuil de 5,75 t/ha, sauf en 2003 (Tableau 34), même si les tailles des échantillons étaient très faibles pour tirer des conclusions définitives sur certains résultats. Le rendement moyen le plus bas est celui observé en 2005 (2,9 t/ha), soit 27,5% en dessous du seuil de 4 t/ha. Enfin, les publications officielles[55] montrent une évolution des rendements en dessous du seuil de 5,75 t/ha (Figure 29 A et B). Pendant l'expérience pilote, le rendement a fluctué autour de 4 t/ha avec son niveau le plus bas (2,75 t/ha) enregistré en 1996 (Figure 29 A). Depuis 1999, le rendement évolue entre 4 et 5 t/ha, sauf en 2014 où il a atteint le seuil Rf.B (Figure 29 B). La moyenne annuelle au cours de la période 1981 à 2016 a été de 4,3 t/ha. Comparées au niveau des rendements dans d'autres périmètres irrigués du pays, les performances productives affichées à Bagré sont moyennement acceptables. Kaboré (2007) a observé pour des données récoltées en 2005, un rendement de 3,1 t/ha à Kou et 2,6 t/ha à Sourou. De même, Ouédraogo (2015a) a trouvé sur 130 producteurs enquêtés dans la vallée du Kou, un rendement moyen de 4,8 t/ha.

Tableau 34 : Rendements observés à Bagré par différents auteurs

Sources	N	Coût/ha FCFA	Rdt (t/ha)	CV	Min	Max	Années données	Prix/kg FCFA	Rentabilité (FCFA/ha)
(Nébié, 2005)		136405	3,7	-	-	-	1995	100	233595
(Segda et al., 2004)	16	261561	4,9	-	0,90	7,90	1999	105	252939
(Segda et al., 2004)	12	285352	3,6	-	1,00	7,90	2000	100	74648
(Segda et al., 2006)	14	-	5,8	0,20	3,58	7,16	2003	100	-
(Kabore, 2007)	30	318316	2,9	-	-	-	2005	98	-34116
(Ouedraogo, 2015b)	170	439777	3,9	0,33	1,78	10,5	2009	142*	114023
(Tapsoba, 2016)	34	370000	3,8	0,19	2,57	6,00	2014	150	200000
Thèse	102	311200	3,5	0,28	0,88	6,65	2016	150	213800

*NB : * = (FAO, 2014). Source : compilation de l'auteur ; enquêtes, 2015 et 2017*

Ces données historiques montrent une tendance générale à la hausse du coût de production/ha par campagne, qui est passé de 136405 FCFA/ha en 1995 à 311200 FCFA/ha en 2016, soit une hausse de 128% en 20 ans (Tableau 34), alors que dans la même période, le prix de vente au kg a augmenté à un rythme plus faible, passant de 100 FCFA à 150 FCFA, soit une hausse de 50% (Figure 29 D). Face à cela, les rendements semblent stagner ou à la baisse selon la perception des enquêtés : « Le riz ne donne plus bien comme avant parce que les assolements sont toujours les mêmes et les sols perdent en fertilité » (Paysan V1B, atelier, 7 déc. 2017). La courbe de tendance montre une productivité sensiblement à la baisse pour le périmètre pilote après 16 années d'exploitation, soit 32 saisons (Figure 29 A). Depuis 1997, la tendance est à la hausse mais celle-ci semble être biaisée par la mise en exploitation successive de nouveaux périmètres (1200 ha à partir de 1997, 600 ha en

[55] Ces données officielles sont pour la plupart supérieures à celles observées par les différents auteurs.

2003 et 1500 ha en 2011) (Figure 29 B)[56]. La hausse plus importante (que les prix de vente) des coûts et la stagnation/baisse des rendements conduisent à une baisse sensible et continue de la rentabilité/ha de la filière, entraînant à son tour une aggravation de la vulnérabilité des plus pauvres dont les moyens d'existence sont basés principalement sur le riz qui doit à la fois permettre de nourrir la famille et servir à financer les autres dépenses. L'écart de productivité par rapport au seuil théorique, en absence d'assez de terres, conduit à un piège à pauvreté : pour un niveau de rendement de 3,5 t/ha, la production rizicole permet à peine de couvrir les coûts (2,1 tonnes) et de nourrir la famille (0,7 tonne/campagne, soit 434 kg de céréales nettes). Le surplus dégagé dans ce cas est marginal pour assurer les autres dépenses de la famille et investir. C'est le cas par exemple du type 4, dont le rendement est faible, alors qu'il dispose de peu de terres pluviales et de peu de revenu extra-agricole. La perception des producteurs va également dans ce sens : « On ne parle plus de famine ici, personne ne va se plaindre de ça, on arrive à satisfaire nos besoins alimentaires en année moyenne, et les périodes de soudure sont plus courtes. Cependant, notre production ne nous permet pas de nous enrichir parce qu'elle est insuffisante. On s'investit toujours dans la riziculture irriguée parce qu'elle nous donne à manger » (Paysan V1B, atelier, 7 déc. 2017).

Les facteurs explicatifs de ces écarts de rendements entre ménages et par rapport aux référentiels théoriques sont d'ordres agronomiques, techniques et climatiques. Ceux soulevés lors des ateliers participatifs sont la qualité des sols, les pratiques agricoles, et les retards sur le calendrier cultural.

✓ Qualité des sols sur le périmètre

Pour les paysans, il existe des parcelles argileuses, sablonneuses ou même avec de la terre noire, un peu partout sur les périmètres qui influent sur les rendements. Certaines contiennent même ces trois types de sols impliquant une variabilité des rendements à l'intérieur d'une même parcelle. Ils estiment que les faibles performances sur ces types de parcelles sont liées au problème de filtration d'eau : « Quand on irrigue, l'eau ne reste pas très longtemps à la surface du sol, ce qui rend inefficace l'irrigation » (Paysan V4, atelier, 28 nov. 2017). Ce résultat est confirmé par l'étude de Segda et al. (2006) qui a révélé que sur les 600 ha, 62% de la superficie est de type gleysols dystric fluvisols composé de sols argileux ou limono-argileux et de sols sableux, sablo-limoneux ou gravillonnais. Des tests réalisés dans un village des 1200 ha par Segda et al. (2004), ont montré que le rendement en riz sur les parcelles limono-argileuses était de 6,02 t/ha, soit significativement plus élevé que celui sur les parcelles sablo-limoneuses (3,98 t/ha).

[56] Cette tendance représente les rendements moyens de 4 périmètres (80 ha, 1200 ha, 600 ha, et 1500 ha), d'âges d'exploitation différents. Il n'existe pas de données historiques par périmètre permettant de confirmer ou d'infirmer ces tendances. Par ailleurs, les résultats des enquêtes de 2017, ont révélé un rendement moyen plus important dans les 1500 ha (4 t/ha) que dans les 600 ha (3,6 t/ha) et dans les 1200 ha (3,3 t/ha).

✓ Pratiques agricoles optimales peu respectées

Un autre facteur explicatif des écarts de rendements est la mauvaise utilisation du paquet technologique. Pour chaque variété cultivée, l'INERA[57] fournit un itinéraire technique spécifique qui doit être appliqué à la lettre, afin de maximiser la productivité rizicole. Les tests de Segda et al. (2004), ont confirmé une inefficience technique des pratiques paysannes : l'analyse des pratiques agricoles des paysans a révélé des écarts considérables avec le calendrier optimal recommandé d'interventions pour la conduite des cultures (repiquage, timing de fractionnement des fertilisants, désherbage, récolte), et aussi avec les doses d'intrants requises. Les doses de fertilisants appliquées en 2016 varient de 654 à 774 kg/ha/an, et étaient en dessous de la norme recommandée (800 kg). L'écart entre la production observée et son niveau maximal est dû selon Ouédraogo (2015b), 59% à l'inefficience technique des producteurs. Il montre qu'avec les mêmes quantités d'inputs actuels, la production/ha peut s'accroître de 20% (passant de 3,9 t/ha à 4,68 t/ha) en moyenne si on améliore les techniques agricoles. Les résultats de Kabore (2007), ont montré également que la production/ha peut s'accroître de 24%, soit de 3,2 t/ha à 4 t/ha. Cependant, ces rendements atteignables (4 à 4,68 t/ha) restent inférieurs au seuil théorique actuel de Bagrépôle (5,75 t/ha).

✓ Retards dans le calendrier cultural

Le décalage du calendrier cultural a été soulevé comme un autre facteur important qui impacte les rendements rizicoles. Théoriquement, les paysans doivent repiquer le riz entre janvier et avant le 15 février pour la première campagne pour une récolte en mai, et avant le 20 juillet pour la deuxième campagne pour une récolte en novembre. Cependant, ils accusent des retards à cause du manque d'équipements ou de main d'œuvre en saison pluvieuse, des difficultés à écouler le riz paddy qui entraînent des problèmes de trésorerie et le manque d'intrants agricoles au moment opportun[58]. Le nombre de paysans en retard sur le calendrier de la seconde campagne est en hausse depuis 2014. La situation au 30 septembre montre qu'en 2014, 13% des parcelles rizicoles n'avaient pas encore été repiquées, 25,5% à la même date en 2015 et 38,5% en 2016 (Bagrépôle, 2017). Ce décalage peut être à l'origine d'une perte des rendements à cause du froid et du vent du mois de décembre[59] : « Si le riz fleurit au moment du vent, cela fait tomber les pétales mâles et empêche les grains de se former, entraînant des pertes de rendement de 20 à 30%. De même, si l'épiaison du riz correspond à la période de froid, les rendements peuvent baisser jusqu'à 50% » (Paysan V4, atelier, 28 nov. 2017). Des tests réalisés par Segda et al. (2004), sur le périmètre ont montré que les retards de semi/repiquage en saison pluvieuse augmentent le risque de stérilité de l'épillet du riz dû au froid,

[57] INERA = Institut National de l'Environnement et de la Recherche Agricole (Burkina Faso).
[58] Voir le détail de l'analyse de ces contraintes et risques dans le chapitre suivant sur la vulnérabilité.
[59] Ces risques (froid et vent) sont analysés en détail dans le chapitre suivant (vulnérabilité).

dans la phase reproductive. Pour un semi/repiquage après le 15 août, la chute du rendement moyen observé est de 23% à plus de 30%, alors qu'un repiquage très tardif (en septembre), entraîne une baisse de plus de 60% des rendements.

✓ Tendance à la baisse de la fertilité des sols ?

Comme le plus souvent dans ces projets irrigués, les itinéraires techniques préconisés sont intensifs en intrants agricoles. Selon les enquêtes, entre 654 et 774 kg d'engrais (urée et NPK) par an sont appliqués sur un ha de riz irrigué, alors qu'en cultures pluviales, la quantité varie entre 58 et 157 kg/ha chez les irrigants et 84 à 101 kg/ha chez les pluviaux. Cela représente en moyenne 715 kg/ha soit presque 8 fois supérieur à la quantité appliquée en cultures pluviales (91 à 92 kg/ha). Pour les pesticides, les quantités appliquées varient entre 9,3 et 14,1 litres/ha pour le riz irrigué contre 1,8 à 4,7 litres/ha pour les cultures pluviales chez les irrigants et 3,1 à 7,4 litres/ha chez les pluviaux. Comme introduite plus haut, la fertilité des sols a diminué au cours du temps selon la perception des paysans, en raison de la monoculture, contrainte par le cahier de charge et les caractéristiques de départ qui ne permettent pas de cultiver autre chose que du riz sur les anciens périmètres : « Il faut changer d'assolement dans nos champs. Le riz ne donne plus comme avant. Il faut changer de culture, par exemple le maïs est mieux. Nous, on cherche à manger, peu importe quelle spéculation nous faisons, pour vu que cela nous donne à manger » (Paysan V1B, atelier, 7 déc. 2017). Les ménages sont préoccupés par la question de la baisse de la productivité rizicole et affichent leurs préférences pour la diversification des cultures avec notamment l'introduction du maïs qui, en plus fait partie des aliments les plus denses en calories. Cette baisse continue de la fertilité touche plus de la moitié des surfaces agricoles du périmètre irrigué et est l'un des facteurs importants de la baisse de la productivité rizicole (pouvant atteindre 30%), selon une étude de MOB-INERA, 2011 citée par MEBF (2012a). D'autres analyses sommaires réalisées sur le périmètre ont confirmé la tendance à l'appauvrissement des sols en raison des traitements physico-chimiques trop intenses des systèmes de cultures (Damour, 2016).

3.2.3. Des revenus non agricoles insuffisants

Les salaires journaliers, les revenus et les temps de travail non agricole ont été estimés afin d'analyser plus en détail les facteurs explicatifs de la différence de revenus non agricoles entre les ménages de la zone et la faiblesse de ceux des pauvres (Tableau 35).

Premièrement, les plus aisés ont accès à plus d'opportunités non agricoles que les plus pauvres. En zone irriguée, chaque actif des type 1 et type 2, travaille plus longtemps dans le secteur non agricole, (respectivement 124 h-j/an et 135 h-j/an) que ceux des type 4 (68 h-j), type 5 (29 h-j) et type 3 (53 h-j). De même, les types 1 et 2 sont engagés dans la plupart des activités non agricoles. Ce résultat

est également perceptible en zone pluviale, où les actifs des type 6 et type 7, travaillent respectivement 102 h-j/an et 129 h-j/an, soit 3 fois plus que le type 8 (35 h-j) et environ 2 fois plus que le type 9 (60 h-j). Ces pauvres ne sont pas non plus contraints par l'activité agricole, car les temps de travail agricole montrent qu'ils disposent de suffisamment de créneaux journaliers dans l'année pour occuper des emplois extra-agricoles. La faiblesse du nombre de jours de travail en dehors de l'exploitation agricole, est plutôt liée à un manque d'opportunités non agricoles, ou si celles-ci existent, les barrières à l'entrée sont très hautes pour les pauvres. Le bilan fait en 2012, a révélé que sur les 30000 emplois (agricoles et non agricoles) prévus par l'aménageur lors de la mise en place du projet « Grand Bagré » en 1995, seulement 3325 (principalement agricoles) ont pu être créés, soit un taux de réalisation de 10,7 % en 17 ans (Bagrépôle, 2012b). Cependant, selon Bagrépôle, 30500 emplois ont été générés depuis son installation en 2012 (grâce à des PME) et 177 entreprises se sont installées dans la zone (Annexe 21) : paradoxalement, sur la même période, ces mêmes données montrent qu'aucun hectare irrigué supplémentaire n'a été mis en exploitation et seulement cinq firmes agrobusiness ont été installées. Si ces emplois créés sont non agricoles, cela signifie qu'ils sont peut-être inaccessibles aux ménages les plus pauvres et contribueraient donc à creuser les inégalités de revenu.

Tableau 35: Temps de travail et rémunérations journalières non agricoles

	Ménages irrigants					Ménages pluviaux			
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8	Type 9
Revenu extra/actif (FCFA)	206122	134402	72954	42202	29590	199452	147095	35048	43980
Temps de travail									
Non agricole (h-j/actif/an)	124	135	53	68	29	102	129	35	60
Agricole (h-j/actif/an)	57	66	72	54	80	113	212	72	89
Salaire non agricole/actif/jour	1422	803	813	566	788	1582	931	773	595
Transferts reçus/mois	14245	8833	19435	1433	3867	9076	12955	6389	3049
Salaire journalier (FCFA/h-j)									
Auto-emploi									
Commerce	666	419	544	364	685	782	1020	563	458
Artisanat	497	915	219	685	137	0	1429	658	342
Salariat non agricole									
Transformation*	1255	516	700	0	1667	0	865	0	0
Gardiennage	1151	1008	0	0	1370	0	0	822	0
BTP	2048	1868	3000	1116	1039	1446	1029	1156	552
Chauffeurs routiers	4110	137	767	0	319	4110	1042	0	0
Orpaillage	1518	2105	2456	1667	1667	3472	1140	2361	1580

* La transformation est comptabilisée dans le salariat non agricole parce qu'elle concerne principalement les revenus des femmes étuveuses recrutées par le centre d'étuvage. *Source : auteur*

Deuxièmement, les ménages les plus aisés ont accès à des opportunités non agricoles mieux payées que les plus pauvres, ou sont engagés dans des activités d'auto-emplois mieux rentables. Pour les 2 ménages ayant les revenus extra-agricoles les plus importants, les salaires journaliers/actif dans le secteur non agricole, s'élèvent à environ 1420 FCFA pour le type 1 et 1580 FCFA pour le type 6 (Tableau 35). Pour les autres, ces rémunérations sont en dessous de 1000 FCFA pour les types 2, 3, et 7, moins de 800 FCFA pour les pauvres comme les types 5 et 8 et moins de 600 FCFA pour les

pauvres des types 4 et 9. Les transferts d'argent contribuent aussi à différencier le revenu du type 3, des pauvres du type 4 dont le temps de travail non agricole est supérieur. Dans le secteur du BTP, en plein en essor dans la zone, le niveau de qualification permet à plusieurs actifs d'accéder à des emplois plus qualifiés et mieux payés, à savoir conducteurs d'engins hydrauliques, maçons qualifiés, ferrailleurs et carreleurs. C'est le cas des ménages du type 1, type 2 et type 3 dont les salaires journaliers (1900 à 3000 FCFA/actif) sont supérieurs aux autres types qui occupent des emplois non qualifiés (manœuvres, aides maçons, etc.) et moins bien payés (550 à 1500 FCFA/jours). La qualification explique également l'écart de salaire dans le secteur de la conduite routière/mécanique. Les actifs du type 1 et type 6 gagnent environ 4100 FCFA/jour, alors que chez les autres, qui y ont accès (types 2, 3, 5 et 7), les actifs sont pour la plupart des apprentis mécaniciens/chauffeurs, et sont donc peu payés (140 à 1050 FCFA/jour). Dans les autres activités salariales comme la transformation (centre d'étuvage), la variation des salaires journaliers (entre 500 FCFA et 1700 FCFA), est liée au rendement du travail. Les femmes sont rémunérées au même taux journalier selon une quantité de riz à étuver pendant 3 jours pleins/groupe de femmes. Chaque groupe étant reprogrammé chaque 2 à 3 semaines environ. Mais en fonction de l'efficacité, certains groupes de femmes arrivent à finir plus tôt que le temps imparti. Pour les autres activités comme le gardiennage, le salaire peut varier selon l'organisme de recrutement et la capacité de négociation de l'employé, alors que dans l'orpaillage les gains sont aléatoires. Pour l'auto-emploi, les bénéfices générés sont en fonction du capital investi. Les petits commerces de quartier (vente de beignets, de galettes, petite restauration, vente de condiments au marché local) nécessitent peu de capital, mais rapportent peu de revenus. C'est ce type de commerce qui est pratiqué par la plupart des ménages notamment les femmes, dans la zone, en raison des difficultés d'accès à des crédits plus élevés pour démarrer une activité commerciale plus importante en capital.

Enfin, même si la création des emplois non agricoles semble être décevante ou inaccessible jusqu'à présent aux pauvres, ce n'est pas le cas des opportunités d'emplois agricoles saisonniers dans les rizières. Le nombre de jours de travail/ha dans la riziculture irriguée varie entre 174 h-j et 273 h-j selon le ménage type, ce qui est supérieur au nombre de jours de travail/ha en zone pluviale qui varie entre 104 et 172 h-j selon le type (Tableau 33). Cela implique que l'activité rizicole irriguée crée du travail supplémentaire par rapport à l'agriculture pluviale. Cependant, environ 39% à 67% du temps de travail est exécuté par la main d'œuvre familiale, le reste étant confié à des travailleurs[60] saisonniers (Tableau 33). Selon les résultats des enquêtes, le nombre de jours de travail effectué par

[60] Sur l'itinéraire technique du riz irrigué, on distingue les opérations de pré-récolte (labour, hersage, planage, repiquage, récolte, etc.) et celles de post-récolte (transport, battage, vannage, mise en sacs, etc.). Certaines de ces opérations sont réalisées par des contractuels saisonniers au prix d'environ 30000 FCFA/ha/opération.

les employés saisonniers représente en moyenne 102 h-j/ha/an, soit 47% du temps de travail effectué sur la parcelle de riz irrigué, pour une rémunération moyenne de 160590 FCFA/ha/an.

Le périmètre irrigué, en créant des emplois et en augmentant la productivité agricole permet de générer une valeur ajoutée non négligeable et des salaires pour les employés agricoles saisonniers. En 2016, la valeur ajoutée totale générée à l'échelle du périmètre irrigué (riz et banane) s'élevait à environ 1,99 milliard de FCFA (Tableau 36). La riziculture irriguée en mode paysannat a créé, elle seule, la même année, une richesse d'environ 1,86 milliard de FCFA. 75% de cette richesse est allée directement à la rémunération du travail agricole familial, soit 1,39 milliard de FCFA. Le reste (25%), représentait le montant total des salaires versés aux contractuels, soit 466,5 millions de FCFA. En plus du riz, la production de banane (70 ha attribués à des petits agro opérateurs), a généré une valeur ajoutée en 2016, de 131,4 millions de FCFA dont 17,65% (23,2 millions de FCFA) étaient destinés à la rémunération du travail salarial.

Tableau 36 : Valeurs ajoutées et rémunérations du travail agricole.

Créations de richesse par le périmètre de Bagré	**Millions FCFA**	**Millions €**
Riziculture irriguée (2905 ha)[61]		
Valeur ajoutée totale riz	1857,7	2,83
Salaire versé aux employés	466,5	0,71
Rémunération versée aux agriculteurs familiaux	1391,2	2,12
Producteurs de Banane (53 ha)[62]		
Valeur ajoutée totale banane	131,4	0,2003
Salaire versé aux employés	23,2	0,0353
Rémunération versée aux producteurs de banane	108,2	0,1650
Total périmètre irrigué (banane + riz = 2958 ha)		
Valeur ajoutée totale	1989	3,03
Salaire versé aux employés	490	0,75
Rémunération versée aux exploitants	1499	2,29

Source : auteur à base des enquêtes, 2017

Parmi les emplois créés par la production de banane, on distingue des embauches permanentes (2 ouvriers/ha) et les embauches temporaires au moment des récoltes (3 ouvriers/ha). Le cumul total des salaires payés par le périmètre (riziculture et banane) aux contractuels saisonniers s'élevait donc à 490 millions de FCFA/an (Tableau 36). Si on rapporte ce montant au seuil de pauvreté (153530 FCFA/an/adulte), nous pourrons conclure que le périmètre nourrit théoriquement 3200 personnes

[61] Valeur ajoutée estimée en moyenne/ha pour l'échantillon des 102 riziculteurs analysés. Ensuite, ces résultats ont été extrapolés à l'échelle du périmètre irrigué qui compte 3080 ha exploités en mode paysannat, dont le taux de mise en valeur en 2016 était de 94,3% (Bagrépôle, 2017), soit 2905 ha (voir Annexe 17 pour le tableau complet).

[62] Valeur ajoutée estimée en moyenne/ha pour 3 agro-producteurs de bananes enquêtés (9 ha au total). Ensuite, les résultats ont été extrapolés à l'ensemble de la superficie attribuée pour la banane qui est de 70 ha, dont le taux de mise en valeur en 2016 était de 75,7% (Bagrépôle, 2017), soit 53 ha (voir Annexe 17 et Annexe 18 pour les tableaux complets).

adultes, soit 390 familles[63], en dehors des ménages irrigants actuels (bénéficiaires directs du projet). Donc, si ces emplois étaient pourvus par d'autres riziculteurs familiaux, notamment ceux ayant moins de terres (les plus pauvres), leur situation économique serait meilleure que celle décrite dans les paragraphes ci-dessus. Cependant, cela ne résoudrait pas la problématique globale liée au manque d'opportunités extra-agricoles dans la zone.

Cependant, la non absorption totale de ces emplois par les bénéficiaires directs ou par les ménages des zones pluviales autour explique la marginalité du salariat agricole dans les sources de revenu. En zone irriguée, les demandes de travail sont exprimées au même moment par les riziculteurs. Le calendrier cultural les contraint à recruter des saisonniers pour effectuer une partie des opérations culturales afin d'être dans les temps. Cette situation est motivée aussi par la faiblesse des équipements qui ralentit le travail dans l'exploitation rizicole. Même les moins bien dotés en terres recrutent de la main d'œuvre, et n'offrent donc pas leurs forces de travail aux mieux dotés en terres. Une autre raison est que, les paysans en zone irriguée comme ceux des zones pluviales autour, jugent les opérations rizicoles très pénibles, notamment si elles sont réalisées manuellement, ce qui limite les envies d'aller travailler dans d'autres exploitations agricoles : « Nous ne sommes pas intéressés par les contrats dans les rizières, ce travail est très difficile et ne rapporte pas beaucoup, on préfère aller risquer nos vies dans les mines d'or à la recherche de gains meilleurs» (Paysan V1B, atelier, 7 déc. 2017). Également, en saison pluvieuse, les travaux dans les champs pluviaux entrent en compétition avec ceux du périmètre irrigué. Certains riziculteurs préfèrent arbitrer leurs temps en faveur des cultures pluviales pour être en phase avec la pluviométrie et recruter de la main d'œuvre pour la rizière. Ceux des zones pluviales sont également occupés par les cultures pluviales qui sont leurs principaux moyens de subsistance. La main d'œuvre devient même rare à cette période. Enfin, cette pratique de vendre sa force de travail à ses homologues riziculteurs est perçue comme un signe de précarité et est définie comme un critère de pauvreté : « Quand les épouses d'un ménage cultivent dans d'autres champs au début de la saison pour avoir de l'argent afin de payer des condiments, cela montre que la famille se trouve dans une situation de pauvreté » (Paysan Boakla, atelier, 8 déc. 2017). Les emplois agricoles créés par le périmètre irrigué profitent plutôt à une main d'œuvre venue des contrées lointaines. Beaucoup des employés permanents recrutés dans la banane viennent des régions du nord (Kaya, Manga, etc.), qui sont plus défavorisées que celle de Bagré.

[63] La taille moyenne d'un ménage en équivalents adultes de l'échantillon d'enquête est de 8,2 personnes. Donc, 3200 personnes adultes représentent environ 390 familles ménages.

3.2.4. Diverses stratégies développées pour pallier à l'accès limité aux ressources

Une diversité de stratégies est développée par les ménages pour compenser l'accès limité à la terre et l'insuffisance des opportunités non agricoles dans la zone. Concernant l'accès au foncier, les principales stratégies sont entre autres les prêts et demandes de terres en zone pluviale et les locations de parcelles de riz en zone irriguée. D'autres cherchent également à maintenir les liens avec le village d'origine, notamment quand celui-ci est proche du périmètre, afin de contrôler le foncier pluvial traditionnel dont ils disposaient. La location peut concerner la totalité de la parcelle ou la moitié (demi-hectare). Pour ce dernier cas, cela permet au ménage de récupérer de l'argent (50000 FCFA) pour financer une partie des opérations culturales de l'autre demi-hectare. Le but étant de préserver surtout la source alimentaire provenant du champ rizicole. Le mécanisme de location entraîne des transferts de vulnérabilité des plus aisés vers les ménages loueurs qui sont principalement les plus pauvres incapables de se défendre. « Il y a transfert de vulnérabilité si un groupe d'acteurs, afin de diminuer sa propre vulnérabilité augmente celle d'un autre groupe. Ce transfert correspond soit à une compétition accrue sur les ressources, soit à l'augmentation des risques » (Gérard et Tapsoba, 2017). Les pauvres sont souvent obligés de céder leurs terres, moyennant une rente foncière de 100000 FCFA/ha/campagne rizicole. Sachant que le revenu net après charge tourne autour de 230000 FCFA, le ménage loueur récupère la moitié de ce qu'il aurait pu gagner s'il exploitait ses terres lui-même. Cela contribue à réduire son revenu et à accroître sa vulnérabilité économique et alimentaire. En revanche, le locataire engrange des revenus lui permettant d'améliorer sa situation globale. De même, comme nous l'évoquons dans un paragraphe précédent, la stratégie d'intensification prônée sur le périmètre pour améliorer la productivité rizicole dans le but de compenser la rareté des terres, conduit à une baisse de la fertilité des terres et à un effet négatif en retour sur les rendements. Cela entraîne des transferts de vulnérabilité vers les générations futures qui hériteront de ces terres. Enfin, la culture maraîchère est perçue par les ménages comme une activité rentable et importante dans la zone pour à la fois diversifier les cultures et augmenter les revenus. Les femmes comme les hommes s'adonnent au maraîchage, mais pour le moment, sa contribution au revenu est faible et la population souhaite qu'il y ait plus de terres et d'eau (zone pluviale) destinées à la promotion de cette activité : « Il faut diversifier nos sources de revenu, on ne peut pas compter uniquement sur la riziculture. Il faut des petits champs pour faire du maraîchage » (Paysan V4, atelier, 28 nov. 2017).

Plusieurs stratégies sont également mises en œuvre pour accroître les revenus non agricoles. Elles sont entre autres la migration, la réalisation de petits commerces, la recherche de contrats dans le BTP et dans le transport. Les décisions de migration vers l'étranger, les grandes villes et les sites d'orpaillage sont souvent prises ponctuellement ou pendant les mauvaises années pour faire face

aux chocs. Le départ vers l'étranger (migration longue durée) concerne pratiquement les jeunes, et est réservé aux familles disposant d'assez de moyens : « Le départ à l'aventure appartient à ceux qui sont riches, si vous n'avez pas d'argent, vous ne pouvez pas voyager » (Paysan Boakla, atelier, 8 déc. 2017). Pour certaines familles, les épouses remplacent souvent leurs jeunes maris partis à l'aventure, et jouent le rôle de chefs de famille, ce qui rend les conditions plus difficiles pour elles. Pour le petit commerce, comme nous l'avons précisé auparavant, l'activité est mise en place en majorité par les femmes. Même s'il rapporte peu, l'argent rentre quotidiennement et cela est important pour souvent combler les besoins journaliers. « Nous vivons aussi grâce aux activités extra-agricoles de nos épouses qui s'occupent de l'argent de condiments, de bois et autres » (Paysan V1B, atelier, 7 déc. 2017). Pour la population, il faut développer davantage les activités de formation à destination des femmes dans le secteur de la transformation agroalimentaire du sésame, du soja en lait, du paddy, …afin d'améliorer leurs conditions de vie.

3.3. Trajectoires des revenus des futurs irrigants

Même si le résultat en matière de réduction de pauvreté est mitigé, le projet continue aujourd'hui avec des extensions futures de plus de 16600 ha (Bagrépôle, 2014a) qui affecteront les familles de la zone pluviale alentour. La question qui se pose aujourd'hui est de savoir notamment quelle sera la situation économique de ces familles après l'aménagement. Depuis l'arrivée de Bagrépôle qui a remplacé la MOB en 2011, les personnes expropriées de leurs terres pour les aménagements futurs, reçoivent une indemnité financière et une parcelle aménagée irriguée selon le principe général de la « compensation des terres à la valeur productive par des terres d'égale superficie et d'égale productivité[64] » (Bagrépôle, 2014b). Le barème est la compensation de 1 ha en irrigué pour 4 ha perdus en pluvial. L'objectif étant de permettre au ménage de retrouver un revenu au moins équivalent à celui précédant l'aménagement. Selon Bagrépôle, la superficie minimale d'une exploitation viable est fixée à 1 ha. Ainsi, ceux qui auront moins d'1 ha en parcelle rizicole recevront un complément afin d'atteindre ce seuil[65]. La taille de la parcelle irriguée de chaque ménage est donc équivalente à 25% de sa surface pluviale perdue plus un complément si sa surface irriguée est inférieure à 1 ha. Ces barèmes (indemnités financières et compensation en terres) ont été appliqués aux quatre ménages pluviaux identifiés par la typologie, afin d'estimer l'évolution de leurs revenus après leurs installations sur le périmètre irrigué.

[64] Ces principes se basent sur les cadres juridiques (Politique Opérationnelle (OP 4.12) de la Banque Mondiale et Sauvegarde Opérationnelle (SO2) de la BAD) relatifs aux compensations liées aux déplacements non volontaires de population causés par les projets dont elles sont financeurs (voir détail dans (Bagrépôle, 2014b).

[65]Exemple, celui qui perd 2 ha reçoit 0,5 ha en irrigué en propriété et 0,5 ha de complément en bail emphytéotique.

Les revenus ont été estimés pour cinq ans (Figure 30). Nous supposons que les ménages ont été expropriés à partir de 2016. T1 et T2 représentent les années intermédiaires des travaux d'aménagement. Théoriquement, les exploitants perdront 2 années consécutives de production, c'est-à-dire le temps écoulé entre la date d'expropriation des champs pluviaux impactés et la date d'installation du ménage sur sa parcelle de riz irrigué. Pendant cette période, il ne produit pas dans ses champs et reçoit donc une indemnisation financière. En fonction de la surface cultivée par celui-ci et son assolement, on évalue sa compensation financière (voir barème en Annexe 14) et donc son revenu agricole pour ces 2 années, en supposant que toute sa surface agricole est impactée. Le revenu total est estimé en supposant que les revenus extra-agricoles et de l'élevage sont constants. A partir de T3, le ménage est installé sur sa parcelle de riz irrigué. Il maintient ses activités extra-agricoles et celle de l'élevage et les revenus qui y sont issus, sont supposés rester constants dans le court terme (l'idée ici étant d'isoler les effets liés à l'attribution foncière). Pour estimer le revenu agricole, la taille des surfaces irriguées que chaque ménage recevra a été d'abord estimée en appliquant la règle de compensation. Ensuite, le revenu issu de l'agriculture est évalué selon trois scénarios :

- S1 : les revenus sont estimés avec les hypothèses théoriques de l'aménageur (voir Annexe 15). Selon cette projection, le rendement moyen évoluera de 4,125 t/ha la première année d'exploitation (T3) à 5,75 t/ha en moyenne dès la troisième année (T5) et se stabilisera à ce même niveau. Le coût de production est de 621521 FCFA/ha/an et le prix de vente de 140 FCFA/kg.
- S2 : les revenus sont estimés avec le rendement moyen atteignable si l'efficience technique des producteurs s'améliore. Il est de 4,68 t/ha selon l'estimation de Ouédraogo (2015b) et de 4 t/ha selon celle de Kabore (2007). La moyenne réalisable est donc de 4,35 t/ha[66]. Les coûts de production et les prix de vente sont ceux observés sur le terrain, soit respectivement 631000 FCFA/ha/an et 150 FCFA/kg.
- S3 : les revenus sont estimés avec les données observées sur le terrain (enquêtes, 2017). Le rendement moyen pour les 102 producteurs enquêtés était de 3,5 t/ha/campagne. On considère ce niveau constant de rendement comme celui que réaliseront en moyenne par an, les ménages nouvellement installés sur le périmètre. Ils dépenseront en moyenne 631000 FCFA/ha/an pour produire 1 ha de riz (coût observé) et vendront le paddy à 150 FCFA/kg (prix observé).

Plusieurs trajectoires possibles pourraient se dessiner pour chacun des ménages types qui sera impacté par l'aménagement (Figure 30). Les résultats montrent que les revenus restent inchangés

[66] (4,68 + 4) /2 ≈ 4,35 t/ha. Ce rendement est proche du rendement moyen des données officielles sur la période (1981 – 2016) qui est de 4,3 t/ha.

ou s'améliorent légèrement en T1 et T2. Cela signifie que le barème de compensation financière adopté par l'aménageur permet au ménage de retrouver son revenu agricole qu'il perdra après l'expropriation. Cependant, à partir de l'année T3, l'installation sur le périmètre irrigué changerait les trajectoires selon les scénarios de production à l'hectare, de prix de vente et de coûts.

Dans le scénario S1, tous les futurs impactés par le projet (sauf le type 8), évolueraient dans une trajectoire d'accumulation de richesse avec des revenus au-dessus du seuil de sécurité économique (SM). Pour le type 8, même si le revenu augmente de 29% de 2016 à T5, ça sera insuffisant pour le sortir de la pauvreté. Sa situation serait stagnante et évoluerait proche de la ligne de pauvreté. Chez le type 9, la sortie de pauvreté se ferait dès la première année de production (T3) mais c'est à partir de T5, que son revenu serait largement au-dessus du seuil SM (hausse de 117% en 5 ans). Le type 7 dont la situation était meilleure en zone pluviale, subirait une baisse de revenu de 15% en T3, qui augmenterait dès l'année T4. Son revenu s'améliorait de 20% sur les 5 ans. Le type 6 subirait une baisse légère de revenu en T3, mais resterait au-dessus du seuil économique comme le type 7. Son revenu augmenterait de 75% en 5 ans. Dans le S1, le projet irrigué permettrait de réduire l'incidence de pauvreté et l'insécurité économique des bénéficiaires qui passeront de 64% à 25% (seul le type 8 resterait pauvre).

Dans le scénario S2, les ménages suivraient trois types de trajectoire. Un revenu constant pour les type 6 et type 8 qui resteraient dans une situation quasi similaire à celle d'avant aménagement. Cela signifie que ceux qui étaient pauvres comme le type 8, le resteraient après le passage dans le projet irrigué. Le revenu du type 7 baisserait de 15% dès la première année d'exploitation (T3), mais il resterait en sécurité économique. Une trajectoire de sortie de pauvreté pour le type 9 dont le revenu augmenterait de 36,5% dès T3. En somme dans le S2, le passage de la zone pluviale à la zone irriguée diminuerait l'incidence globale de pauvreté (64% à 25%), mais l'insécurité économique resterait la même et concernerait 64% des bénéficiaires (type 8 et type 9).

Dans le scénario S3, la plupart des ménages évolueraient dans une trajectoire de baisse, voire de stagnation du revenu, sauf le type 9. Pour ce dernier, le revenu augmenterait de 25% mais ce n'est pas assez pour franchir la ligne de pauvreté. Donc, il stagnerait dans une situation de pauvreté comme avant l'aménagement, mais avec une profondeur moins importante. Le revenu baisserait de 23% pour le type 7 qui basculerait à la limite de l'insécurité économique. Le revenu augmenterait légèrement de 10% pour le type 6 mais sa trajectoire stagnerait juste au-dessus du seuil économique. La situation de pauvreté s'aggraverait pour le type 8 dont le revenu baisserait de 18% après le passage dans l'aménagement. En somme, dans le S3, le projet irrigué n'aurait pas d'impact sur la pauvreté des bénéficiaires qui resterait à 64% (type 8 et type 9) et pourrait augmenter l'insécurité économique pour le type 7.

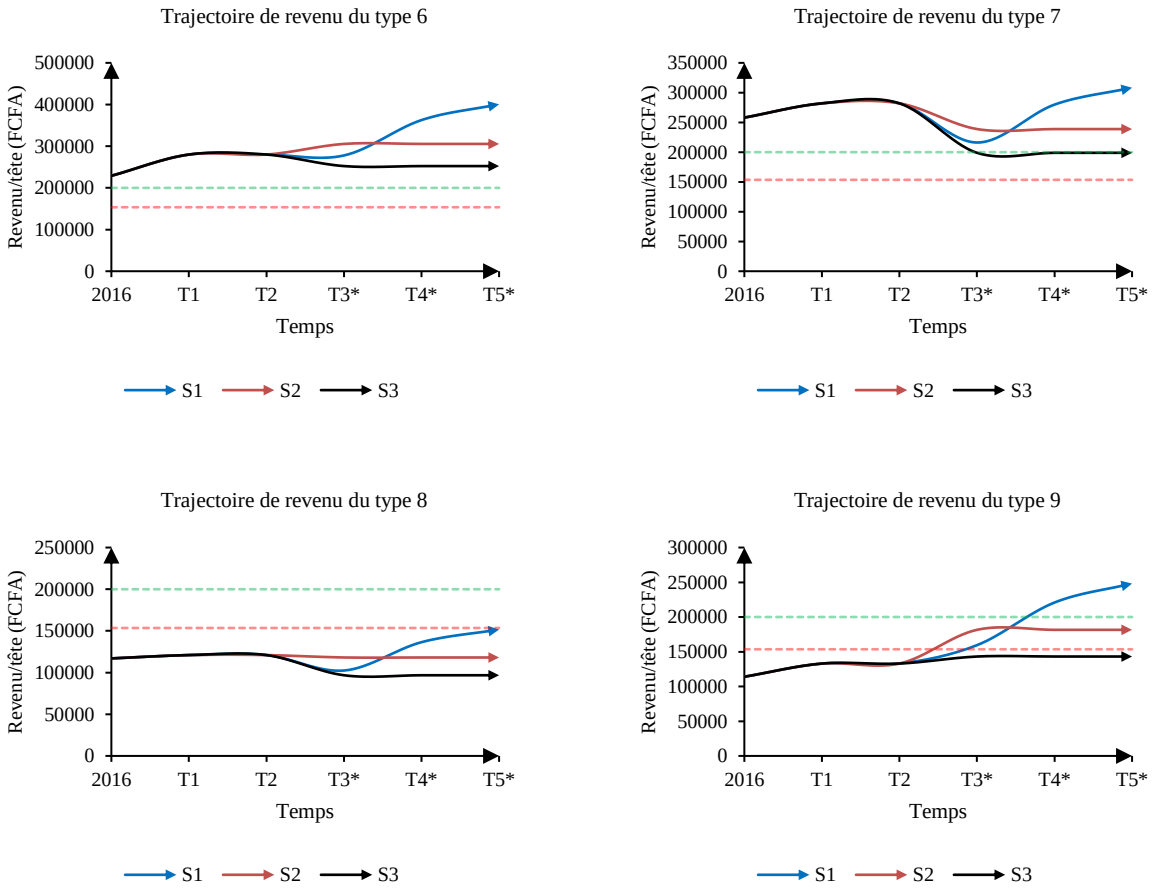


Figure 30: Trajectoires possibles des 4 types de ménages pluviaux après leurs installations sur le périmètre. La ligne verte est le seuil SM et la ligne rouge le seuil SP

Source : auteur

Ces différentes trajectoires montrent l'impact essentiel des rendements rizicoles sur la situation économique des producteurs qui seront installés dans le projet irrigué. En plus, la perte de revenu peut s'avérer importante pour ceux qui disposaient déjà de plus de terres en maraîchage dans la zone pluviale. Cette culture a une productivité en valeur qui se situe à un niveau similaire à celle du riz (voir par exemple Tableau 33). La compensation financière tient compte de la spéculation produite alors que celle liée à la terre ne fait pas de différence entre une terre en mil et une terre maraîchère. Alors qu'en réalité, 1 ha de maraîchage est équivalent en valeur (FCFA) à 1 ha de riz irrigué. Donc en appliquant la règle de compensation, c'est comme si le revenu issu du maraîchage était divisé par quatre. Ce qui explique notamment la baisse de revenu du type 7 à partir de l'année (T3). Ce dernier dispose de 7,51 ha de terres dont 0,76 ha en maraîchage (irrigué) et 6,75 ha en pluvial. Le ratio d'un quart devrait donc être appliqué uniquement sur les terres en pluvial. Dans ce cas par exemple, le type 7 recevra dans le périmètre irrigué 2,45 ha (0,76 ha + 6,75 ha*0,25), au lieu de 1,9 ha (7,51 ha*0,25). Dans le scénario (S1) par exemple, comparé au type 9 qui serait en sécurité économique, le type 8 ne s'en sortirait pas malgré des rendements élevés. La différence est que le type 8 sera désavantagé dans la compensation parce qu'il dispose déjà de 0,20 ha en

maraîchage. De même, en raison du complément en bail emphytéotique, ces deux types (8 et 9) recevront quasiment la même taille de parcelle irriguée (1 ha), alors que le premier perdra 4,36 ha et le second 2,76 ha. Donc, la règle avantage relativement plus les ménages qui seront expropriés de moins de 4 ha en pluvial.

En résumé, dans les conditions actuelles de compensation foncière et de données observées sur le terrain (S3), l'installation des ménages pluviaux dans la zone irriguée n'améliorerait pas l'incidence globale de pauvreté. Cela signifie que les familles seront déplacées d'une zone à l'autre mais les pauvres resteraient pauvres et les aisés resteraient en sécurité économique avant et après l'installation sur le périmètre irrigué (Tableau 37). Les types 8 et 9 retrouveraient des situations respectivement similaires à celles des type 4 et type 5 qui sont tous les deux pauvres et en insécurité économique dans la zone irriguée. De même, les types 6 et 7 seraient dans des cas similaires respectivement à ceux du type 1 et type 3, qui sont en sécurité économique dans la zone irriguée. Les ménages passeront donc d'une stratégie de réduction des risques développée avec les cultures pluviales à un système de monoculture riz intensif irrigué. Le premier se caractérise par des systèmes de poly-activités très variées (agriculture, élevage, cueillette, …), avec des techniques peu consommatrices d'intrants (37 à 85 kg/ha), respectueuses de l'environnement et peu de relations avec le marché (24 à 39% de la production de céréales est vendue). Le second se caractérise par moins de diversité des sources de revenu, une nécessité de crédit pour les intrants (310000 FCFA/ha en investissement), moins d'espace pour les animaux, une réduction des services écosystémiques, un accès difficile aux opportunités non agricoles et des difficultés du système de commercialisation du riz paddy. Cette situation pourrait accroître la vulnérabilité des ménages pauvres. En revanche le passage au système irrigué génèrera plus de productivité (en moyenne 3500 kg/ha contre 850 à 1650 kg/ha en zone pluviale), et donc plus de production de céréales nécessaire à la sécurité alimentaire des urbains ; et aussi des emplois agricoles comme démontré plus haut.

L'idée ici est de mettre en évidence l'iniquité et la non viabilité du critère actuel de compensation foncière. Cette vision de l'injustice également ressentie et exprimée par les personnes affectées par les extensions du projet (PAP), est cependant en déphasage avec celle de l'aménageur (Bagrépôle) qui pense que son critère s'inscrit dans un principe de justice[67] distributive au regard notamment des contraintes liées à la disponibilité du foncier irrigué (Daré *et al.*, 2019). La situation réelle pourrait être moins désastreuse pour les pauvres dont toutes les terres pluviales ne seront pas impactées ou pour ceux dont la productivité pourrait atteindre 4,35 t/ha (scenario S2) ou 5,75 t/ha (scenario S1), notamment via une amélioration de l'efficience technique. Par exemple, pour

[67] Pour cette question de justice dans la compensation foncière, voir le détail dans Daré et al. (2019)

l'aménagement en cours du périmètre de 1000 ha[68], 25% des ménages affectés ont perdu la totalité de leurs terres et 96,5% avaient un revenu agricole issu des terres perdues plus important que celui des terres en dehors de cette tranche (Bagrépôle, 2014a). D'autres leviers pourraient améliorer la situation des pauvres à savoir le développement d'activités extra-agricoles génératrices de revenus et accessibles pour ces types de ménages. Ce qui n'est pas encore le cas dans la zone, vu la faiblesse de leurs revenus extra-agricoles démontrée plus haut.

Tableau 37 : Déplacement des ménages pluviaux du fait de l'application des règles d'attribution foncière

Pauvres resteraient pauvres						
	Type 8 avant et après installation			Type 9 avant et après installation		
	avant	après	≈ type 4	avant	après	≈ type 5
SAU totale (ha)	4,34	1,09	2,28	2,76	1,0	4,94
SAU riz irrigué (ha)	-	1,09	1,06	-	1,0	0,77
Rendement (kg/ha)	1400	3500	2920	1100	3500	3910
Cash (FCFA/ha/saison)	55000	310000	294000	41000	310000	320000
Engrais (kg/ha/saison)	82	400	351	44	400	387
Prod céréales (kg/an)	3193	7595	5962	1557	7500	7399
dont vente en %	*39*	*70*	*74*	*24*	*76*	*64*
Revenu par tête (FCFA)	117000	97000	112000	114000	143000	154000
Aisés resteraient en sécurité économique						
	Type 6 avant et après installation			Type 7 avant et après installation		
	avant	après	≈ type 1	avant	après	≈ type 3
SAU totale (ha)	3,48	1,0	2,69	7,51	1,90	3,69
SAU riz irrigué (ha)	-	1,0	1,10	-	1,90	1,85
Rendement (kg/ha)	850	3500	3800	1650	3500	3230
Cash (FCFA/ha/saison)	44000	310000	324000	47000	310000	300000
Engrais (kg/ha/saison)	37	400	369	85	400	327
Prod céréales (kg/an)	1273	7500	9226	5678	13142	13181
dont vente en %	*28*	*86*	*72*	*36*	*85*	*80*
Revenu par tête (FCFA)	229000	241000	277000	258000	200000	228000

Source : auteur

4. Discussion et conclusion

L'objectif de ce chapitre était d'évaluer l'état de la pauvreté, de l'insécurité économique et de l'insécurité alimentaire des ménages types irrigants et pluviaux, d'analyser les mécanismes à l'œuvre qui ont conduit à la situation observée et d'estimer les trajectoires des ménages qui seront installés dans le projet irrigué. L'analyse a adopté une démarche avec/sans permettant ainsi de comparer les bénéficiaires actuels du projet irrigué (ménages irrigants) qui ont accès aux parcelles de riz irrigué aux ménages vivant dans la zone pluviale (ménages pluviaux) et qui seront installés dans les futures extensions. La méthode d'évaluation allie à la fois une analyse basée sur des indicateurs et une approche intégrant la perception des ménages enquêtés. Les besoins et les activités de chaque ménage type ont été analysés, des indicateurs économiques et alimentaires estimés, en reconstituant les sources de revenu et de consommation, et comparés à différents seuils prédéfinis et estimés par les acteurs étudiés à travers plusieurs ateliers participatifs. Ces analyses et

[68] Voir le détail en Annexe 20

la comparaison entre les situations dans le système irrigué et dans le système pluvial révèlent plusieurs résultats :

- La mise en place du périmètre irrigué a permis d'accroître la production de céréales (riz paddy) des ménages et les productivités en valeur des terres cultivées qui sont plus importantes que celles en zone pluviale, grâce surtout à l'intensification des techniques et à la double saison culturale. Ces résultats sont conformes à l'approche théorique de l'impact de l'irrigation sur la productivité agricole (Hasnip *et al.*, 2001 ; Smith, 2004) et sont soutenus empiriquement par Jin et al. (2012). De même, les résultats ont révélé des écarts de productivités agricoles entre les cinq types de ménages irrigants à l'intérieur du système irrigué, confirmant ainsi les résultats obtenus par d'autres recherches dans des périmètres irrigués (Wopereis *et al.*, 1999 ; Borgia *et al.*, 2012). L'hétérogénéité des rendements est liée à la qualité des sols, aux pratiques agricoles sous optimales et aux retards sur le calendrier cultural optimal. Elle est l'un des facteurs explicatifs de la différence de revenu et de pauvreté au sein des irrigants.
- La hausse de la production et la pratique de la double saison ont permis d'augmenter le nombre de jours de travail qui est plus important sur le périmètre irrigué que dans la zone pluviale autour. Les techniques rizicoles sont très intensives en travail, soit 87 h-j à 136,5 h-j/ha/saison selon les ménages types. Ces résultats sont relativement proches de ceux de Ouédraogo (2015b) qui a trouvé sur la même zone 141 h-j/ha/saison et ceux de Roudart et al. (2012) qui a montré qu'à l'Office du Niger, le temps de travail sur le riz irrigué varie entre 113 h-j/ha/saison et 130 h-j/ha/saison. La hausse de l'intensité culturale permet de créer plus d'emplois par an (174 à 273 h-j/ha/an) sur le périmètre irrigué que sur la zone pluviale autour où le temps de travail en cultures pluviales varie entre 104 et 172 h-j/ha/an. Elle permet également d'augmenter la rémunération du travail familial qui est plus importante en zone irriguée (2115 à 6958 FCFA/j) qu'en zone pluviale (1100 à 1367 FCFA/j). Ces résultats sont confirmés par plusieurs études (Tourrand et Landais, 1994 ; Hussain et Hanjra, 2004 ; Dinye, 2013 ; Kotchi *et al.*, 2018). Les résultats ont révélé aussi que les emplois générés, ne sont pas absorbés totalement par les producteurs, même les moins biens dotés en terres recrutent de la main d'œuvre. Ce résultat est contraire à l'analyse théorique de Hasnip et al. (2001) qui ont estimé que la hausse de travail induite par l'irrigation bénéficiera aux plus pauvres en terres qui auront la possibilité de vendre leur force de travail chez les mieux dotés en terres. Cela n'est pas le cas à Bagré en raison des contraintes liées au calendrier cultural, de la pénibilité du travail rizicole qui est mal perçu par les riziculteurs. Ce résultat montre aussi un décalage entre le raisonnement des modèles théoriques et celui des bénéficiaires qui ne considèrent pas les contrats rizicoles comme une opportunité intéressante d'amélioration de revenu. Ils préfèrent aller dans les mines d'or.

- Les résultats ont révélé une diversification des revenus plus importante chez les ménages pluviaux que chez les irrigants bénéficiaires du projet irrigué. La faible diversification des revenus des irrigants est liée d'une part, à une faible diversification agricole induite par un mode d'aménagement pour le développement de la monoculture riz et le manque de terres et d'autre part, par une diversification extra-agricole faible liée au manque d'opportunités. Cependant, ce résultat est contraire au raisonnement théorique de Hasnip et al. (2001) qui considère la mise en place du système irrigué comme favorisant la diversification par l'accroissement des opportunités agricoles et non agricoles.
- Malgré la hausse de la productivité agricole et des emplois, les résultats ont révélé que la pauvreté était marginalement plus faible en zone irriguée où elle touchait 55% des ménages, qu'en zone pluviale où elle frappait 64% des ménages. En zone pluviale, la différence de dotations en terres explique la différence de revenu et la pauvreté, qui est accentuée par l'inégalité des revenus non agricoles. En zone irriguée, les performances productives rizicoles et la différence d'accès aux activités non agricoles permettent d'expliquer la différence de pauvreté. Ce résultat montre que l'amélioration de la pauvreté globale n'est donc pas significative entre les irrigants et les pluviaux. Ces résultats sont soutenus par plusieurs travaux empiriques (Hussain et Hanjra, 2003 ; Le Roy *et al.*, 2005 ; Bélières *et al.*, 2011 ; Dinye, 2013). La faible réduction de la pauvreté en zone irriguée est expliquée par des surfaces agricoles plus faibles, des rendements agricoles en dessous des seuils théoriques espérés par l'aménageur et des revenus non agricoles insuffisants pour compenser. Ces conclusions sont également soutenues par celles de Bélières et al. (2011) qui ont montré qu'à l'Office du Niger, la pauvreté est déterminée par l'accès limité au foncier. La majorité des ménages irrigants sont en sécurité alimentaire céréalière et énergétique alors que 25% des pluviaux (les moins dotés en terres/actif) étaient en dessous du seuil de besoin céréalier. La mise en place du système irrigué a amélioré la sécurité alimentaire des bénéficiaires qui ont confirmé également ne pas se sentir en insécurité alimentaire. Ce résultat est soutenu par plusieurs études empiriques (Khan et Shah, 2012 ; Shantha et Ali, 2013 ; Nkhata, 2014). En revanche, les coûts d'investissement en riz irrigué très élevés sont source d'insécurité économique pour plus de 70% des ménages en zone irriguée. Ce taux est relativement plus faible en zone pluviale car l'insécurité économique touchait 64% des ménages (coûts d'investissement faibles). Ces difficultés des ménages irrigants à financer les charges de production en absence de crédit est une problématique généralisée mise en évidence dans plusieurs grands périmètres irrigués de la sous-région, notamment au Sénégal (Le Roy *et al.*, 2005), au Mali (Bélières *et al.*, 2011) et au Ghana (Dinye, 2013). Ces difficultés de financement contribuent à aggraver la pauvreté des ménages irrigants.

- Enfin, les résultats ont montré que les situations économiques des ménages pluviaux actuels ne s'amélioraient pas significativement après leurs installations sur le périmètre irrigué en raison de la non viabilité de la règle de compensation foncière, des faibles performantes productives rizicoles par rapport aux niveaux espérés par l'aménageur et de la faiblesse des opportunités non agricoles dans la zone. Par ailleurs, même si les extensions permettront d'accroître la production rizicole et les emplois saisonniers, elles transformeront les systèmes de production de polycultures de ces ménages affectés à un système de monoculture riz intensif. Ce dernier pourrait générer des difficultés supplémentaires (financement de la campagne) qui impacteront négativement la réduction de la pauvreté.

Limites et perspectives

La méthode d'analyse a été confrontée à l'insuffisance de données socioéconomiques détaillées à l'échelle du ménage, notamment avant la mise en eau du barrage en 1994, et aussi durant les vingt années précédant les enquêtes réalisées pour cette étude. En raison de cette contrainte majeure, l'analyse a adoptée l'approche « avec/sans » afin de comparer la situation des ménages ayant accès aux parcelles de riz irrigué (ménages irrigants) à celle des ménages situés dans la zone pluviale autour (ménages pluviaux). Les difficultés de cette approche c'est d'une part, de pouvoir distinguer les effets liés à la mise en place du périmètre irrigué en isolant l'évolution qu'aurait connu les irrigants sans le périmètre (situation inobservable), et de l'autre, de choisir des ménages pluviaux dont la situation (systèmes de production et dynamique) avant le projet est similaire à celle des irrigants (Delarue et Cochet, 2011). Dans cette étude, nous avons choisi des irrigants pour la plupart (sauf 17% d'entre eux, voir Figure 17) et des pluviaux qui sont tous originaires de la même province (Boulgou) et donc évoluaient dans des conditions climatiques semblables avant le barrage, ce qui permet de réduire le biais de sélection lié à la localisation. L'avantage de l'approche avec/sans dans notre cas est qu'en intégrant les ménages de la zone pluviale comme groupe de comparaison avec les irrigants du périmètre, cela nous a permis d'évaluer leur situation économique et alimentaire avant leurs installations dans le projet irrigué. Ces données peuvent servir donc de point de départ pour une évaluation future (utilisant une approche avant et après) du projet dans sa forme « pôle de croissance économique » démarré en 2012. Pour se faire, des enquêtes socioéconomiques pourraient être menées dans le futur auprès de ces ménages pluviaux devenus donc irrigants, et les résultats comparés à leur situation actuelle (résultats de cette étude) et à leurs trajectoires que nous avons estimées.

Notre analyse est focalisée sur les effets du système irrigué à l'échelle microéconomique et les contributions à l'échelle du périmètre et du territoire. L'analyse a permis notamment de montrer une création de richesse et une redistribution de celle-ci qui profite à d'autres personnes (une main

d'œuvre saisonnière) provenant d'autres régions du pays. Cependant, ces estimations se sont limitées à la riziculture et à la banane, c'est-à-dire la production agricole en mode paysannat et la production des 70 ha attribués aux agro-producteurs de banane. La surface totale exploitée par les agro-investisseurs s'élevait selon Bagrépôle à 590,9 ha dont seulement 42,3% (250 ha) de taux de mise en valeur en 2016 (Bagrépôle, 2017). Les estimations n'ont pris en compte que la production de banane, car les données des autres agro-investisseurs n'ont pas pu être collectées. Ces acteurs ne sont pas disponibles sur place, ce qui a rendu difficile de les enquêter. Il serait donc intéressant dans le futur de pouvoir intégrer la création de richesse générée par l'ensemble de ces agro-investisseurs pour pouvoir évaluer l'effet global du périmètre en matière de redistribution de revenus aux travailleurs contractuels.

Face à la multiplicité des indicateurs de sécurité alimentaire, le choix a été porté sur l'approche CILSS des consommations céréalière et énergétique (CILSS, 2004) pour évaluer la situation alimentaire des ménages de la zone. Malgré la pertinence de cette approche et des deux indicateurs utilisés, notamment l'élargissement aux aliments non céréaliers, il convient de souligner que ces estimations se sont limitées à la consommation effective. L'évaluation pourrait être complétée par un troisième indicateur afin de tenir compte de la consommation potentielle du ménage (Frelat *et al.*, 2016 ; Ritzema *et al.*, 2017 ; Paul *et al.*, 2018 ; Lopez-Ridaura *et al.*, 2018) : cet indicateur intitulé « disponibilité alimentaire » du ménage est évalué à travers ce qu'il auto-consomme et ce qu'il peut potentiellement acheter grâce à son revenu monétaire issu des activités extra-agricoles et des ventes de récoltes. La disponibilité alimentaire est exprimée comme la somme de la consommation énergétique directe en calories provenant de l'autoconsommation du ménage et la consommation énergétique indirecte, c'est-à-dire le nombre de calories que pourrait acheter le ménage, lorsque son revenu monétaire total est converti en calories. Par ailleurs, même si la hausse de la production agricole générée par l'irrigation a entraîné une amélioration de la sécurité alimentaire céréalière et énergétique, la diversification des régimes alimentaires semble faible. Cela pose des questions sur l'état nutritionnel des ménages étudiés. D'autres indicateurs comme les scores de diversité alimentaire (Dury et Bocoum, 2012), pourraient être estimés (avec des enquêtes supplémentaires) afin d'apporter des réponses sur la qualité nutritionnelle des aliments consommés.

Pour terminer, l'approche par les moyens d'existence nous a permis d'appréhender une dimension multiple de la pauvreté, mais en matière d'indice de mesure, nous avons utilisé la pauvreté monétaire. Même si une analyse des multiples dimensions ne requiert pas forcément de construire un indice multidimensionnel (Alkire, 2011), notre évaluation pourrait s'étendre à d'autres dimensions de la pauvreté à savoir l'accès à l'éduction, l'eau potable, la santé, … en construisant l'indice de pauvreté multidimensionnel ou l'IPM (Alkire et Santos, 2010 ; Alkire, 2011). Cet indice

mesure la pauvreté à travers dix indicateurs répartis dans trois dimensions (santé, éducation et niveau de vie) au seuil de pondération identique qui est d'un tiers. Ainsi, les pauvres sont désignés comme ceux qui ont une insuffisance d'accès à un tiers des besoins pondérés.

En somme, ce chapitre a permis de montrer que la pauvreté de la population en zone irriguée n'est pas significativement meilleure que celle en zone pluviale. En revanche, la sécurité alimentaire s'est améliorée avec la hausse de la production du riz, même si celle-ci reste fragile pour les ménages pauvres qui sont à la limite de la norme de consommation. En plus, l'incapacité pour certains à autofinancer les charges en riziculture irriguée pourrait compromettre leur production future en absence de crédit et impacter leur sécurité alimentaire. Enfin, au-delà de l'insuffisance des terres et des opportunités extra-agricoles, les ménages notamment irrigants sont confrontés à des risques qui touchent leurs moyens d'existence et les rendent vulnérables à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire. Le chapitre suivant sera consacré à l'analyse des chocs et leurs impacts ex ante sur le revenu et les sécurités alimentaire et économique des ménages de la zone. Cette analyse de la vulnérabilité permettra également de compléter l'analyse des causes de la pauvreté évoquées dans ce présent chapitre.

Chapitre 6. Vulnérabilité des ménages à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire : exposition aux chocs, impact ex ante et stratégies de réponse

1. Introduction

L'objectif de ce chapitre est d'évaluer la vulnérabilité des ménages types irrigants et pluviaux à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire. Cette vulnérabilité est définie comme le risque que l'accès du ménage à la nourriture ou au revenu soit réduit en dessous d'un certain seuil (pauvreté, alimentaire), suite à l'apparition d'un événement aléatoire ou déterministe, récurrent ou casuel (Chaudhuri *et al.*, 2002). Pour analyser les données collectées, nous évaluons d'abord par une estimation ex ante (Seaman *et al.*, 2000, 2014), comment le revenu et la consommation des ménages seraient affectés par chacun des aléas et risques identifiés dans la zone à travers la revue documentaire et les perceptions locales (voir chapitre 3). Ensuite, nous évaluons les capacités de réaction des ménages à travers, l'analyse des stratégies adoptées par le passé pour faire face aux chocs (Scoones, 1998), la diversification des activités et des revenus (Ellis, 1998, 1999, 2000b), et les ressources qu'ils possèdent pour réagir à l'apparition d'un aléa (Swift, 1989).

Le reste du chapitre est composé de trois parties. La deuxième partie, intitulée estimation de l'impact des chocs et quantification du risque, décrit en détail la méthodologie d'analyse. La troisième partie, intitulée forte vulnérabilité des irrigants en raison des risques en riziculture, présente les principaux résultats et la dernière partie conclut le chapitre.

2. Estimation de l'impact des chocs et quantification du risque

2.1. Calcul des effets des aléas/risques identifiés

L'impact ex ante de chaque aléa sur le revenu et la consommation a été estimé permettant ainsi de déterminer la vulnérabilité de chaque ménage. La question à laquelle nous cherchions à répondre était l'apparition de tel ou tel aléa est-elle susceptible de faire basculer les ménages dans la pauvreté ou l'insécurité alimentaire ? La méthode s'appuie sur Seaman et al. (2000) et (2014). Revenons sur la formule de revenu dont la description a été faite dans le chapitre précédent :

$$\mathrm{Rt0} = \sum_i [(\mathrm{Qv_i} * \mathrm{Pv_i}) - \mathrm{Cp_i} + \mathrm{Qa_i} * \mathrm{Pm_i}] + \sum_j [(\mathrm{Qv_j} * \mathrm{Pv_j}) - \mathrm{Cp_j} + \mathrm{Qa_j} * \mathrm{Pm_j}] + \sum_k \mathrm{r_k}$$

Il est égal à la somme du revenu agricole (i), du revenu de l'élevage (j) et du revenu extra-agricole (k) (voir le chapitre 5 pour le détail). Considérons un choc (τ), qui touche une des activités pourvoyeuses de revenu ou de consommation pour le ménage : τ = % de baisse de rendements ou

de perte d'animaux,… (aléa sur les quantités produites). Soit $\varepsilon = 1 - \tau$, le revenu probable[69] (Rt1) en cas d'aléa sur les quantités peut s'écrire comme suit :

$$Rt1 = \sum_i [\varepsilon_i (Qv_i Pv_i) - Cp_i + \varepsilon_i (Qa_i Pm_i)] + \sum_j [\varepsilon_j (Qv_j Pv_j) - Cp_j + \varepsilon_j (Qa_j Pm_j)] + \sum_k r_k$$

Un choc sur la production affectera l'autoconsommation (Qa) (part du revenu non monétaire) et les quantités vendues (Qv) (part du revenu monétaire provenant des ventes). Indirectement, la baisse générale de la production dans une région pourrait entraîner la hausse des prix du marché et impacter en retour la sécurité alimentaire de ceux qui dépendent du marché pour leurs besoins alimentaires.

Supposons maintenant τ'= % de baisse de prix de vente ou de perte d'activité extra-agricole. Soit $\varepsilon' = 1 - \tau'$, le revenu (Rt1) en cas d'aléa sur les prix s'écrit comme suit :

$$Rt1 = \sum_i [\varepsilon'_i (Qv_i Pv_i) - Cp_i + Qa_i Pm_i] + \sum_j [\varepsilon'_j (Qv_j Pv_j) - Cp_j + Qa_j Pm_j] + \sum_k \varepsilon'_k r_k$$

Un choc sur les prix de vente (Pv), ou un choc sur une activité extra-agricole (r_k) affectera directement le revenu monétaire. Ces démarches sont des caractérisations ex ante d'un futur possible car évaluer la vulnérabilité, revient à faire de la prospective sur la situation probable dans l'avenir, consécutive à l'apparition d'un évènement (Alwang *et al.*, 2001 ; Chaudhuri *et al.*, 2002).

2.2. Quantification du risque et capacité d'adaptation

Pour Watts et Bohle (1993), la vulnérabilité renvoie aux risques d'exposition aux aléas, d'incapacité à répondre et de conséquences négatives. Le degré de vulnérabilité d'un ménage dépend des caractéristiques du risque auquel il est confronté et sa capacité à y faire face (Alwang *et al.*, 2001). Le risque lié à chaque aléa est quantifié comme *probabilité*conséquences*, suivant la formule proposée par des auteurs de l'IPCC (Oppenheimer *et al.*, 2014). La probabilité d'occurrence d'un aléa est mesurée par le nombre d'apparitions de cet aléa en une période de temps donnée. Par exemple, un aléa qui apparaît 2 fois tous les 10 ans a une probabilité de 0,2 ou 20% (Seaman *et al.*, 2000). Autrement, cela revient à dire que chaque année, il y a 20% de chance que cet aléa survienne. Les effets d'un choc peuvent être très larges (baisse de production, de prix, perte d'actifs, etc.) et même persistants dans le temps. Ils peuvent aussi varier dans le temps et selon le degré d'exposition du ménage. Dans cette étude, pour simplifier, les conséquences sont quantifiées seulement à travers la baisse en pourcentage (%) du revenu annuel induite par l'aléa.

[69] Par exemple, une mauvaise année (sécheresse) entraînant une baisse de la production impactera les cultures pluviales (maïs, mil, sorgho, sésame, etc.) et l'élevage dans certaines conditions. Ce qui implique que $\varepsilon_{\text{riz irrigué}} = \varepsilon_{\text{maraîcher}} = 0$, c'est-à-dire que le riz irrigué et le maraîchage (tomate, choux, …) ne sont pas affectés. Même si dans certains cas, le manque de pluie peut conduire à une pénurie d'eau pour le maraîchage.

Comme la vulnérabilité est liée au risque, sa réduction revient à réduire l'exposition des ménages aux aléas les plus pressants dans la zone. L'objectif de la quantification est donc de déterminer le risque le plus important dans la zone en les hiérarchisant suivant leurs valeurs, dans une perspective de recherche de solutions visant à réduire l'exposition des ménages aux aléas. C'est pourquoi leur perception des préoccupations les plus importantes est prise en compte et comparée aux résultats des risques classés. Pour cela, la question qui leur a été posée lors des ateliers était la suivante : quelles sont vos principales préoccupations et comment les classez-vous par ordre d'importance (Smith *et al.*, 2000) ? Soit n, le nombre de préoccupations soulevées dans chaque village, et r son rang. On attribue à la plus importante la valeur ($v = n$) et à la moins importante la valeur ($v = 1$). Les préoccupations non identifiées prennent la valeur 0. Le rang r général d'une préoccupation dans chaque village, s'écrit comme suit (Smith *et al.*, 2000 ; Quinn *et al.*, 2003 ; Tschakert, 2007) :

$$r = 1 + (v - 1)/(n - 1)$$

Pour le classement dans chaque zone (irriguée et pluviale), on fait une moyenne arithmétique des rangs de chaque préoccupation dans les 3 villages.

Les capacités des ménages à faire face aux chocs ont été évaluées en deux étapes. D'abord, la stratégie ex ante de gestion des risques a été analysée à travers la diversification[70] des activités et des sources de revenu, considérée comme un élément important de minimisation de l'exposition aux risques (Ellis, 1998, 1999, 2000b). Enfin, la capacité ex post a été analysée à travers, d'une part, les stratégies adoptées par le passé pour faire face aux chocs (Scoones, 1998), et d'autre part, le niveau courant du stock d'actifs (stock alimentaire, animaux, épargne) et les autres options disponibles au ménage (travail hors ferme, opportunités non agricoles, intervention de l'État, aide alimentaire, crédits sociaux et entraide) pour réagir à l'apparition d'un aléa (Swift, 1989).

3. Forte vulnérabilité des irrigants en raison des risques en riziculture

3.1. Caractérisation des risques et aléas identifiés

Les ménages de la zone évoluent dans deux systèmes aux contextes de vulnérabilité différents. Le système pluvial dans lequel les pluviaux sont exposés aux aléas touchant l'agriculture pluviale et l'élevage et aux risques sur les activités extra-agricoles. Ces mêmes aléas/risques affectent aussi les ménages du système irrigué, qui sont en plus, confrontés à d'autres risques touchant la riziculture irriguée, leur principale activité de subsistance. Ces différents aléas et risques sont de types climatiques, naturels et économiques (Tableau 38).

[70] L'indice de diversification est celui de Herfindahl-Hirschmann (IHH) (voir chapitre précédent pour la formule).

Tableau 38 : Caractéristiques des aléas identifiés dans la zone par les ménages

Ressources	**Activités**	**Aléas et *risques***	**Occurrences**	**Probabilités**	**Estimation de l'impact de chaque aléa (à dire d'acteurs)**	**Intensité de l'aléa (production/prix)**
Terres pluviales	Céréales Oléagineux	Sécheresse	1 année sur 10	0,10	3 sacs de céréales récoltés sur 7 d'habitude. Les pertes pour les oléagineux peuvent atteindre plus de 80% car le semi est tardif	50% à 60%
		Irrégularité des pluies	1 année sur 4	0,25	7 sacs de céréales récoltés sur 10 en moyenne	Plus de 20% à 30%
		Inondation	1 année sur 5	0,20	Perte de production de plus de 50%	50%
Terres irriguées	Riz irrigué	*Difficultés à écouler le riz paddy*	1 campagne sur 2	0,50	Baisse de 25% si le riz est vendu aux collecteurs et 40% si le riz est vendu au marché local	Chute de 25% - 40% du prix
		Manque de travailleurs saisonniers	1 campagne sur 2	0,50	Décalage du calendrier cultural et risque de perte de rendements lié au froid/vent d'harmattan	30% à 50%
		Manque d'intrants				
		Oiseaux granivores	1 campagne sur 2	0,50	Perte de 10% de la production du riz et jusqu'à 100% si la parcelle n'est pas surveillée	10% à 100%
		Inondation	1 année sur 5	0,20	Ouverture des vannes et inondations de parcelles	50%
		Pyriculariose	1 année sur 10	0,10	Maladie fongique sur le riz (perte atteint 50%)	50%
	Maraîchage	Pénurie d'eau en aval	1 année sur 10	0,10	Part du revenu provenant du maraîchage est impactée (2% à 20% selon le ménage type)	2% à 20%
		Instabilité du prix	-	-		
Animaux	Elevage	Pestes bovine/aviaire	Chaque année	1,00	Perte de volaille jusqu'à 100% si pas vaccinée	< 100%
		Sécheresse	1 année sur 10	0,10	Perte de 10% du bétail si sécheresse très extrême	10%
Humain		*Santé*	-	-	Réduit la force de travail et augmente les dépenses de santé du ménage	10% des actifs
Extra-agricole	Orpaillage	*Perte, vol, ne rien trouver*	Chaque année	1,00	Perte de la part du revenu provenant de l'orpaillage (5% à 20% selon le type de ménage)	5% à 20%

NB : dans la colonne 3, les termes en *italique* désignent les risques et les autres sont des aléas. *(Source : ateliers et enquêtes, 2017).*

3.1.1. Aléas affectant l'agriculture pluviale

Les aléas auxquels est confrontée l'agriculture pluviale (maïs, mil, sorgho, riz pluvial, oléagineux) pratiquée dans la zone sont la sécheresse et l'irrégularité des pluies et les inondations (Tableau 38).

Sécheresse et irrégularité des pluies : la sécheresse est définie comme une longue période de déficit anormal de pluies (IPCC, 2012), entraînant des pénuries d'eau pour les humains, les animaux et les plantes (https://www.emdat.be/). Nous l'avons caractérisée ici par une analyse de la fréquence des pluies de la zone ces 25 dernières années et par une analyse de sa perception locale par les ménages. L'analyse fréquentielle de la pluie sur notre zone d'étude a révélé une variabilité importante d'une année à l'autre (Figure 31 A). Le SPI[71] montre que sur la période 1993 à 2017, la zone a connu trois années (1993, 1997 et 2006) de déficits sévères (SPI < -1), dont un proche de l'extrême en 1997 (-1,9) (Figure 31 B). Ces années peuvent être caractérisées de sécheresse, soit en moyenne, une tous les 8 à 10 ans. Pour les déficits modérés (0 > SPI ≥ – 1), on en dénombre en moyenne sur la même période, un tous les 2 à 3 ans (1995, 1998, 2001, 2002, 2005, 2011, 2013, 2014, 2015 et 2017). Historiquement, au niveau national, la probabilité d'occurrence de la sécheresse est passée à 20% ces quatre dernières décennies (Tableau 7), mais le risque ne concerne pas l'ensemble du territoire à tout moment.

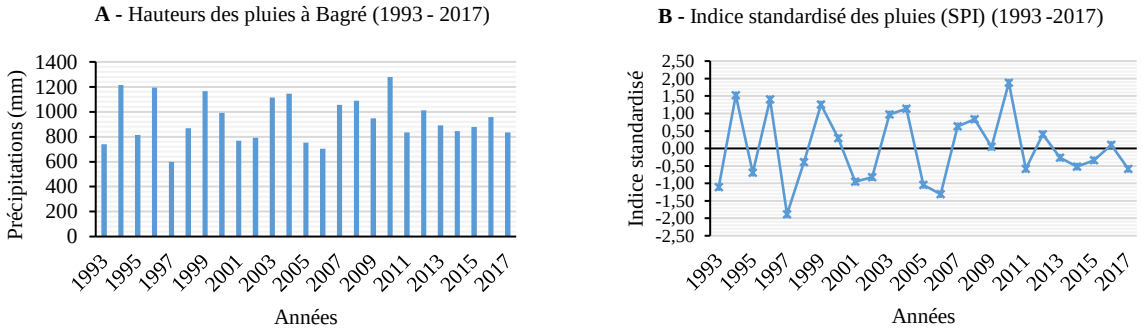


Figure 31 : Hauteurs annuelles moyennes des précipitations en mm à Bagré (données Bagrépôle) et indice standardisé des précipitations par année.
Source : auteur

Selon la perception des ménages, la probabilité d'occurrence de la sécheresse est de 10%, soit en moyenne une fois tous les 10 ans (Tableau 38). « Une très mauvaise année comme la sécheresse nous arrive en moyenne une fois tous les 10 ans. Il peut y avoir une décennie sans sécheresse et une

[71] Le SPI (Standardized Precipitation Index) de McKee et al. (1993), est un indicateur qui permet de définir la sévérité de la sécheresse sur une année donnée. Pour une année i, il est calculé comme suit : $SPI_i = (P_i - \mu)/\partial$. Avec P_i = la hauteur des pluies en année i, μ = la moyenne des précipitations sur une période de temps, ∂ = l'écart type des précipitations sur la même période. Généralement, on définit une sécheresse extrême pour un SPI ≤ -2, une sécheresse sévère pour -1 > SPI > -2 et une sécheresse modérée pour 0 > SPI ≥ -1 (Faye *et al.*, 2015).

autre où nous en avons deux » (Paysan Sampema, atelier, 29 nov. 2017). Les déficits peu extrêmes (irrégularité des pluies), sont plus fréquents, en moyenne une fois tous les 4 ans : « Le climat a changé et cela a raccourci les pluies qui sont devenues très variables et peu abondantes en fin de saison. Chaque quatre ans en moyenne, nous avons un problème d'insuffisance de pluies » (Paysan Soper, atelier, 29 nov. 2017). En revanche, les pertes sont plus importantes en cas de sécheresse. Pour un déficit extrême de pluie comme une année de sécheresse, la baisse de la production céréalière est estimée de 50 à 60% par rapport à la normale (en moyenne 3 sacs récoltés sur 7 d'habitude) (Tableau 38). La perte pour les oléagineux peut atteindre 80% parce que le semi est tardif[72]. Lorsque l'année est caractérisée par un déficit modéré (irrégularité des pluies), les conséquences sur la production sont moindres, environ 30% de perte des récoltes : les estimations effectuées par la population sont en moyenne de 7 sacs de céréales récoltés sur 10 d'habitude.

Inondation : Bagré est une zone qui connaît des chocs récurrents d'inondations. Pendant les années de fortes pluies, les trop pleins du barrage sont évacués au mois de septembre par l'ouverture des vannes et cela inonde les champs des villages riverains surtout ceux situés en aval. Comme les paysans ne peuvent pas encore récolter en cette période, ils subissent des pertes sèches de récoltes comme c'était le cas en 1994, 1999, 2004, 2007, 2008 et 2009 (ICI, 2010). En 2012, suite à l'ouverture des vannes, environ 490 hectares de cultures ont été inondés, soit une perte de production estimée à 5280 tonnes (MAH, 2012b). Selon la perception des ménages, les inondations sont fréquentes une année sur 5 (20%) et entraînent régulièrement des pertes de récoltes pouvant atteindre 50% (Tableau 38). « Les inondations sont l'un des aléas qui peuvent nous faire basculer dans la pauvreté. Elles touchent surtout les gens ayant des terres dans des zones de bas-fonds. Il y a 5 ans de cela, nous avons perdu plus de la moitié de nos récoltes suite aux inondations. C'est un aléa qui nous arrive 2 à 3 fois tous les 10 ans » (Paysan V1B, atelier, 7 déc. 2017). L'occurrence des inondations est passée à environ 30% au niveau national depuis l'an 2000 (Tableau 7).

3.1.2. Risques et aléas sur l'agriculture irriguée

Ce sont principalement les risques/aléas qui touchent la riziculture irriguée (difficultés à écouler le riz paddy, manque d'intrants, manque de travailleurs saisonniers, invasion d'oiseaux granivores, inondation, pyriculariose), et ceux qui frappent le maraîchage (instabilité du prix et pénurie d'eau à l'aval du barrage).

[72] Dès que la saison pluvieuse démarre, la priorité est accordée aux céréales qui sont semées en juin pour des récoltes en octobre. Ensuite, viennent les oléagineux dont les opérations sont tardives (juillet/août) pour récolter en novembre. Du coup, avec le raccourcissement des pluies, ces récoltes subissent beaucoup plus de pertes.

Difficultés à écouler le paddy : les résultats des enquêtes ont montré que 80% du paddy produit en 2016, a été vendu et seulement 20% a été autoconsommé, impliquant une intégration forte des irrigants au marché par la vente. Cependant, ils font face à des difficultés récurrentes d'écoulement du riz. Il existe peu de débouchés permanents pour écouler le produit et stabiliser son prix. Ces problèmes sont liés au manque d'acheteurs fidèles, la faiblesse des unités locales de décorticage qui ne peuvent pas absorber la totalité du paddy produit sur place et au non-respect des normes de qualité. Ce risque sur la riziculture, identifié dans d'autres études antérieures (Yaméogo, 2005 ; ICI, 2010), est récurrent dans la zone depuis la mise en place du périmètre. Ces dernières années, la situation s'est aggravée pour deux raisons : (i) l'insurrection populaire de fin octobre 2014 et le changement de régime qui s'en est suivi ont entraîné l'arrêt de l'achat du riz par la société d'État (SONAGESS), principal client du périmètre. (ii) La fermeture en 2015 de la principale usine locale de décorticage, premier acheteur du paddy (30% de la production annuelle) et intermédiaire pour l'accès au crédit (pour l'achat d'intrants) par les producteurs. Le risque d'écoulement du riz apparaît une campagne sur 2 (probabilité = 0,50) (Tableau 38) avec les conséquences suivantes :

- Instabilité du prix de vente : en campagne normale, le riz est vendu surtout aux usines locales ou à certains commerçants au prix de 150 FCFA/kg. En revanche, lorsque les difficultés de vente apparaissent, les paysans sont contraints d'écouler leur paddy sur d'autres circuits où ils subissent des baisses de prix lors des négociations. Le premier circuit utilisé est le marché local où le riz est souvent vendu en détail au « *yoruba* » (unité de mesure locale des céréales). Cette unité, dont le poids théorique est de 3 kg, est sur-remplie en moyenne de 4 kg, pendant la collecte pour un prix de 350 FCFA. Le prix qui revient au producteur dans ce cas est de 87,5 FCFA/kg, soit une baisse d'environ 40% par rapport au prix normal (Tableau 38). Le second circuit utilisé est la vente aux collecteurs ou aux acheteurs en gros qui viennent souvent du Ghana. Le riz est vendu au sac de 100 kg à 15000 FCFA. Mais, la même technique de sur-remplissage est utilisée par les commerçants. Le sac pèse environ 130 kg lors de la collecte. Le prix qui revient au paysan est de 115 FCFA/kg, soit une baisse d'environ 25% par rapport au prix normal (Tableau 38). Cette technique d'ajustement des prix par les quantités fait perdre beaucoup de recettes aux petits paysans. Même s'ils sont conscients, ils sont contraints de céder leur paddy pour les besoins pressants de liquidité (rembourser le crédit et démarrer la nouvelle campagne rizicole). Le sur-remplissage est une pratique courante sur le périmètre qui avait déjà été révélée dans d'autres études (Yaméogo, 2005 ; ICI, 2010). Donc, les prix réels payés aux producteurs ne reflètent pas souvent les tendances officielles d'évolution (Annexe 25).
- Vente à crédit : plutôt que de subir une baisse de prix par le sur-remplissage, certains paysans préfèrent céder leur paddy à crédit aux industriels dans l'espoir de pouvoir encaisser les recettes 2 ou 3 mois plus tard, ou à certains acheteurs étrangers, avec le risque de ne plus les revoir sur

le périmètre de sitôt. Cela génère des problèmes de trésorerie pour les paysans qui sont incapables de rembourser leur crédit intrants et donc de financer la nouvelle campagne rizicole. Les plus pauvres, en incapacité de s'autofinancer, sont contraints de décaler leur calendrier cultural au risque de faire face à des baisses de rendement suite à la baisse de la température et au vent du mois de novembre (Figure 32).

- Perte de poids et de qualité : certains plus nantis, préfèrent stocker le paddy pour une vente future au risque de subir une dépréciation de la qualité et de la quantité du produit. Le fait de ne pas vendre le paddy très tôt, entraîne une dépréciation de sa quantité. Un sac de 100 kg de paddy, vendu 3 ou 4 mois plus tard perd 10% de son poids dû à la réduction du taux d'humidité. Une perte de 10% est équivalente à 15000 FCFA/tonne de paddy vendue. Également, en saison pluvieuse, le risque d'exposition à la pluie est élevé du fait de d'insuffisance des infrastructures de stockage. Le paddy peut se décolorer ou regermer s'il est trop exposé à la pluie.

Insuffisance de travailleurs : les rizicultures du périmètre encourent une campagne sur 2, un risque de pénurie de travailleurs saisonniers (Tableau 38). Chaque année, la période critique est la campagne pluvieuse (saison 2). Les contractuels sont importants pour la réalisation des opérations culturales du riz. Selon les résultats des enquêtes, le nombre de jours de travail effectué par la main d'œuvre salariale représente en moyenne 47% du temps total de travail effectué sur la parcelle rizicole. En saison pluvieuse, le marché du travail se déséquilibre entre l'offre et la demande. Cela s'explique à la fois par une baisse de l'offre, et une hausse de la demande. Les offreurs sont pour la plupart, originaires des zones pluviales, et viennent souvent de loin. Ils vendent leur travail sur le périmètre irrigué, notamment en saison sèche pour se faire de l'argent car c'est la période creuse pour ces gens qui ne vivent que de l'agriculture pluviale. En saison pluviale, cette main d'œuvre manque sur périmètre car elle est occupée à finir ses propres travaux champêtres. Les demandeurs (riziculteurs), aussi producteurs de spéculations pluviales, ont besoin en ce moment de travailleurs pour les opérations rizicoles.

Manque d'intrants rizicoles : les intrants constituent les plus importants inputs de la production rizicole. Selon le cahier de charge du périmètre, chaque hectare de riz irrigué devrait consommer 8 sacs d'engrais, soit 400 kg de fertilisants/ha/campagne. Deux circuits d'approvisionnement sont souvent utilisés à savoir l'achat direct sur le marché (fonds propres ou emprunt bancaire), ou l'achat à crédit via l'Union des producteurs. Ce dernier est le circuit le plus utilisé notamment pour les petits producteurs, pour financer l'activité rizicole dont les coûts d'investissement sont au-delà de leur portée. Cependant, les producteurs font face à des problèmes récurrents d'accès aux intrants. Le défaut de paiement de certains paysans impacte la solvabilité de l'Union qui se retrouve souvent décrédibilisée vis-à-vis des institutions financières. Ces situations individuelles d'insolvabilité de

certains paysans conduisent à un risque collectif (manque d'intrants), qui affecte beaucoup de paysans. La campagne 2017 a été particulièrement mauvaise car l'Union a rencontré des problèmes de trésorerie en raison des déremboursements de certains membres et ne pouvait pas assurer la livraison des engrais à ses membres. Il fallait donc s'autofinancer (pour ceux qui le pouvaient), sous doser ou patienter avec des conséquences sur l'allongement du calendrier cultural. Ceux qui achètent directement sur le marché local font souvent face aussi à des problèmes d'insuffisance de l'offre et/ou à des prix très élevés et à la mauvaise qualité des engrais.

Les conséquences directes des risques de vente à crédit (ou même à bas prix), du manque de travailleurs et du manque d'intrants sont le décalage du calendrier cultural des paysans par rapport à celui théorique (repiquage entre janvier et avant le 15 février pour la première campagne rizicole pour une récolte en mai, et avant le 20 juillet pour la deuxième campagne rizicole pour une récolte en novembre). Les paysans en retard sur la campagne 2, verront leur riz s'exposer au vent d'harmattan et au froid (baisse de la température la nuit en dessous de 18°C en décembre et en janvier) (Figure 32 gauche). Ce moment peut être critique pour la croissance et la productivité rizicole (Redfern *et al.*, 2012). Selon Zingore et al. (2014), « si les températures sont trop élevées (plus de 35°C), les fleurs ne parviennent pas à produire des graines. S'il fait trop froid (en dessous de 15° C), la croissance est lente et les plants ne parviennent pas à fleurir. Normalement, les températures optimales devraient être comprises entre 20 et 30°C ». En plus, « si la floraison du riz coïncide avec cette période, le vent fait tomber les pétales mâles et empêche les grains de riz de se former » (Paysan V4, atelier, 28 nov. 2017).

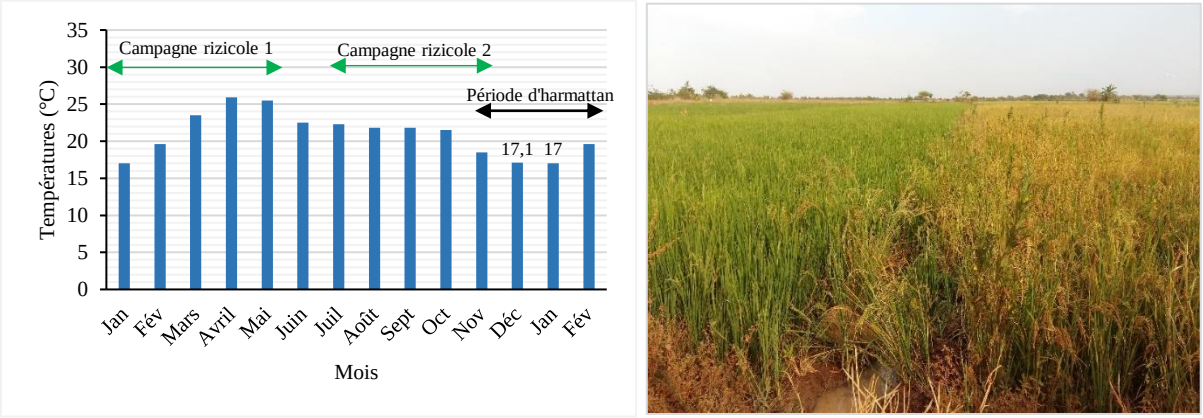


Figure 32: Evolution de la température à Bagré au cours de l'année et cliché de deux parcelles rizicoles de paysans. A gauche, températures minimales mensuelles à Bagré au cours de l'année (source : météo Burkina). A droite, photo de 2 parcelles rizicoles voisines (prise le 06/12/2017) avec des stades de production différents : riz en maturité (droite) et riz en floraison (gauche) *(source : auteur).*

Ces 2 évènements saisonniers (froid et vent) ont lieu chaque année à la même période. Du fait de la mal adaptation des agriculteurs aux conditions optimales de production (respect du calendrier) en raison des problèmes mentionnés (manques d'intrants et de travailleurs), ils risquent de s'exposer

une campagne sur 2 au vent et au froid. La Figure 32 droite par exemple, est une photo (prise à Bagré le 06/12/2017) de deux parcelles rizicoles voisines qui sont à des stades de maturité différents. Dans la parcelle de droite, le riz est en période de maturité et est prêt à être récolté. Ce qui implique que le paysan est en phase avec le calendrier théorique de production de la saison pluvieuse et son rendement en paddy est peu exposé au froid et au vent. Dans la parcelle de gauche, le riz est en période de floraison et le paysan accuse un retard sur le calendrier cultural avec comme conséquence le risque d'une chute du rendement de sa parcelle. Selon les paysans, les rendements peuvent baisser de 30% à 50% en fonction du retard pris sur le calendrier théorique : « Lorsque l'épiaison du riz, c'est-à-dire l'émergence de l'épi correspond à la période de faibles températures, la perte peut atteindre 50% » (Paysan V4, atelier, 28 nov. 2017). Cette perception est confirmée par des tests empiriques effectués par Segda et al. (2004) sur l'impact du froid sur les rendements du riz : un modèle de la phénologie du riz et de la stérilité thermique des épillets a été appliqué sur des données d'un échantillon de 28 producteurs du village V1 rive droite pour la campagne sèche 1999 et la campagne humide 2000. Leurs résultats ont montré que les retards de semi/repiquage en saison pluvieuse augmentent le risque de stérilité de l'épillet du riz dû au froid dans la phase reproductive. Pour le semi après le 15 août, le rendement a baissé de 4 t/ha à 2,7 t/ha (soit 32,5%), et pour le repiquage (après le 15 août), le rendement a baissé de 5,2 t/ha à 4 t/ha, soit 23% (Annexe 26). Pour le repiquage tardif (en septembre), le rendement a baissé de 5,2 t/ha à 2 t/ha (61,5%) (Annexe 26).

Invasion des oiseaux granivores : ce sont des espèces d'oiseaux qui vivent regroupés dans les régions sèches tropicales et causent des dommages importants sur les cultures du riz (Akintayo *et al.*, 2008). Les riz les plus exposés sont les variétés de grandes tailles qui sont les premières à être attaquées et les variétés précoces dans le cas où il y a un mélange de variétés sur une parcelle (Zingore *et al.*, 2014). Ces oiseaux se nourrissent des grains de riz, notamment dans la phase de maturité. Ils volent ensemble en nuée et sont présents sur le périmètre pendant les récoltes de riz de la campagne sèche (mai et juin). En campagne humide, les récoltes du riz coïncident avec les récoltes dans les champs pluviaux et les oiseaux sont peu présents sur le périmètre car il y a des grains à manger partout notamment le mil, le sorgho, le maïs, etc. Donc une campagne sur 2 (probabilité = 0,5), les champs de riz sont exposés au risque d'attaque des oiseaux. « Ces oiseaux migratoires envahissent nos riz à l'approche des récoltes. Si vous faites deux jours sans aller aux champs, vous perdez toute votre récolte » (Paysan V1B, atelier, 7 déc. 2017). La destruction de la production peut aller de 10%, à la perte totale (100%), si le champ n'est pas surveillé. Pour cela, les paysans organisent des chasses d'oiseaux à l'approche de la maturité du riz afin de réduire l'impact sur les rendements. Cette activité de surveillance est souvent confiée aux enfants qui sont chargés de faire du bruit sur la parcelle dès que les oiseaux s'approchent. Quatre personnes par jour sont requises pour surveiller 1 ha, chacune se plaçant à l'angle et ce, pendant environ deux mois. Le

risque de destruction est plus élevé si les chasseurs sont peu nombreux car dès qu'ils sont chassés d'un coin, les oiseaux se posent sur une autre partie de la parcelle pour se nourrir. Malgré cette surveillance, le risque de perte n'est pas nul et a été estimé à 10%.

En plus des risques d'accès aux facteurs de production et au marché, ainsi que l'invasion des oiseaux, la riziculture irriguée est exposée à des aléas liés au climat et à la nature. Les inondations occasionnées par l'ouverture des vannes du barrage affectent également certaines parcelles rizicoles du périmètre, mais cela concerne peu d'irrigants. De même, seule la campagne humide du riz (saison 2) encourt un risque de destruction par les inondations. Le riz est également exposé à l'attaque de ravageurs et de pestes. La pyriculariose est une maladie fongique présente partout dans les zones rizicoles notamment dans la sous-région ouest africaine (Bouet *et al.*, 2012). Au Burkina Faso, c'est la principale maladie fongique du riz (Ouedraogo, 2008 ; Kassankogno *et al.*, 2016). La baisse induite par la pyriculariose a été estimée à 40% de la production dans le périmètre irrigué de Kou au Burkina Faso (Séré *et al.*, 2011). Surnommée la « *maladie du riz* » par les paysans, elle cause selon les années, des dégâts importants sur le paddy de Bagré. Les plus grosses pertes subies remontent selon eux à environ une décennie où la moitié de la production a été détruite.

✓ Risques qui touchent le maraîchage

Outre la riziculture irriguée, les cultures maraîchères subissent elles aussi des aléas/risques. La pénurie d'eau est le principal d'entre eux. Elle est une conséquence directe de la sécheresse ou d'une insuffisance importante des pluies. Elle touche les ménages pluviaux qui pratiquent le maraîchage à l'aval du barrage de Bagré, le long du fleuve Nakambé. Quand l'année est déficitaire en matière de pluies, le fleuve est souvent à sec car l'eau est retenue pour remplir le barrage. Donc ceux qui font le maraîchage à l'aval n'ont plus d'eau pour arroser les cultures. « L'année 2017 a été déficitaire en pluviométrie, donc cela a réduit notre pratique du maraîchage. Sur les 50 maraîchers de notre village, seulement 10% ont pu pratiquer, car ils ont plus de moyens pour s'équiper de motopompes et de puits » (Paysan, Sampema atelier, 29 nov. 2017). Il est ressorti de l'atelier que les plus exposés à cet aléa sont les ménages les plus pauvres. Cette activité est perçue par la population comme capitale pour s'adapter aux mauvaises années. Les déficits pluviométriques impactent non seulement la production pluviale mais réduisent également les stratégies d'adaptation des populations à travers la diminution des pratiques de maraîchage. De même, le maraîchage est confronté encore plus que le riz irrigué au risque de variabilité du prix d'achat des produits car c'est une production qui est tournée vers la commercialisation et dont les circuits d'écoulement ne sont pas aussi bien structurés.

3.1.3. Risques sur la santé, sur l'activité d'orpaillage et sur l'élevage

Santé humaine: sauf en cas d'une grande épidémie, la santé est souvent classée comme un risque idiosyncratique car affectant un individu ou un ménage. Environ 10% des ménages ont déclaré avoir été confrontés au moins une fois à un problème de santé dans la famille (au cours des 10 dernières années), ayant eu des impacts graves sur la force de travail et sur le revenu du ménage (20% chez le type 2, 36% pour le type 6, 17% pour le type 9 et moins de 10% pour les autres). Ce risque touche directement le capital humain et financier parce qu'il réduit la force de travail de la famille si la personne malade est un actif, et augmente les dépenses quotidiennes à travers le paiement des soins de santé. La santé humaine est perçue comme un risque important qui pourrait faire basculer les familles dans la pauvreté et l'insécurité alimentaire : « Même si l'année a été bonne et que vous avez eu suffisamment de récoltes pour satisfaire vos besoins, quand un membre de la famille tombe malade et vous n'avez pas d'argent liquide, vous êtes obligés de vendre vos récoltes pour vous soigner, et donc vous basculez dans l'insécurité alimentaire » (Paysan Boakla, atelier, 8 déc. 2017).

Perte orpaillage saisonnier : l'orpaillage est une activité génératrice de revenu monétaire pour les ménages. Elle est pratiquée pendant la saison sèche où une migration saisonnière de 5 à 6 mois est effectuée entre le lieu de résidence et les sites d'orpaillage. Cependant, c'est une activité qui est confrontée à de nombreux risques : un risque économique car vous pouvez ne rien trouver et donc revenir avec zéro revenu après 5 à 6 mois de travail dans les mines, un risque lié à l'effondrement d'un trou de mineur, et un risque lié à la contraction de certaines maladies causées par l'insalubrité des sites d'orpaillage et par l'usage de produits chimiques. Ce risque touche principalement le revenu monétaire provenant de l'orpaillage qui représente environ 5 à 20% selon les ménages types.

Pestes bovine et aviaire : l'élevage est considéré comme une épargne de précaution (capital financier) qui est mobilisée pour faire face aux mauvaises années. Mais ce capital est exposé aux pestes bovine et aviaire, en plus de la sécheresse. Dans la région de Bagré, les pestes les plus récurrentes qui attaquent la volaille sont la maladie de Newcastle et la variole. Pour les bovins et les petits ruminants, les maladies les plus fréquentes sont la dermatose nodulaire, la fièvre aphteuse, la péripneumonie et la pasteurellose. « Ces pestes affectent nos animaux chaque année, surtout celles aviaires peuvent détruire la volaille et impacter nos capacités d'adaptation » (Paysan Soper, atelier, 29 nov. 2017). Pour réduire le risque de perte, les animaux doivent être vaccinés avant la fin du mois de novembre, mais l'absence de vétérinaires et les problèmes de moyens financiers empêchent souvent les ménages de respecter le calendrier de traitement. En absence de vaccination, la perte d'animaux pourrait être totale (100%) suite au passage de la peste.

En résumé, ces résultats mettent en évidence l'apparition d'une nouvelle gamme de risques dans le périmètre irrigué liée principalement à l'accès aux facteurs de production et à la vente du riz paddy. L'importance de ces risques sur la vulnérabilité des ménages est déterminée par l'impact qu'ils peuvent avoir sur la réduction des besoins monétaires (revenu) et des besoins de consommation alimentaire (céréales notamment).

3.2. Effets des chocs sur le revenu et sur la consommation

3.2.1. Impacts d'une baisse de la production pluviale

Considérons une mauvaise année agricole caractérisée par une irrégularité des pluies entraînant une baisse de la production de 30%, ou une sécheresse/inondation entraînant une baisse de la production de 50% (céréales pluviales et oléagineux). Rappelons que les irrigants sont les types 1 à 5 et les pluviaux sont les types 6 à 9.

Chez les pluviaux, pour une baisse de 30% de la production, le type 6 basculerait en dessous du seuil économique (SM), augmentant ainsi l'insécurité économique dans la zone pluviale de 64% à 82% (Figure 33 B). L'incidence de pauvreté reste identique (types 8 et 9), mais la pauvreté s'aggraverait pour ces pauvres (l'écart par rapport au SP passerait de 25% à 38%). Seul le type 7 resterait en sécurité économique (18% des ménages). En cas de baisse plus importante (50%), le revenu du type 7 serait en dessous du SM (Figure 33 C). Ce qui signifie qu'en cas de sécheresse ou d'inondation (avec plus de 50% de chute de la production), aucun ménage pluvial n'assurerait sa sécurité économique. Les revenus seraient en dessous du seuil économique (SM) et la profondeur de pauvreté (type 8 et type 9) passerait de 25% à 46%. En somme, en zone pluviale, des aléas de cette ampleur augmenteraient la profondeur de pauvreté et l'insécurité économique.

En zone irriguée, le système étant à dominante riz irrigué, les aléas sur l'agriculture pluviale ont moins d'impact qu'en zone pluviale. Une baisse de 30% de la production (Figure 33 B) ou de 50% (Figure 33 C), aurait un faible impact sur la sécurité économique globale (type 1 et type 3 resteraient au-dessous du SM). Leurs revenus par tête baisseraient respectivement de 5% et 8%. Le taux de pauvreté resterait aussi identique (type 4 et type 5), mais avec une profondeur plus importante. En cas de baisse de 50% de la production, l'écart par rapport à la ligne de pauvreté passerait pour le type 4 de 28 à 37% et pour le type 5 de 0 à 20%.

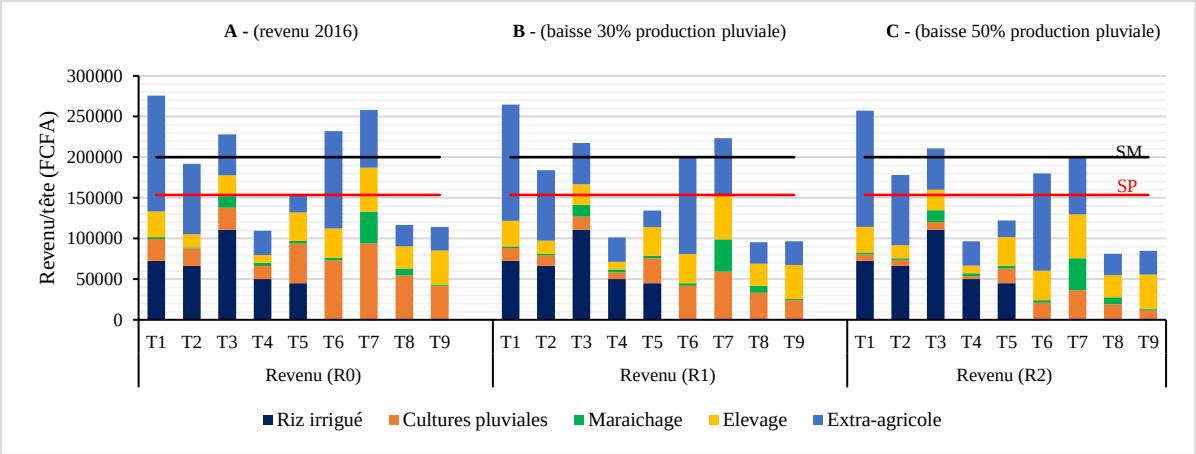


Figure 33 : Impacts d'une baisse de la production agricole pluviale sur le revenu des ménages en zones irriguée et pluviale A) est la situation de référence (2016 – année moyenne). B) mauvaise année agricole (irrégularité des pluies entraînant une baisse de la production de céréales et d'oléagineux de 30%). C) mauvaise année agricole (sécheresse/inondation conduisant à une chute de la production de céréales et d'oléagineux de 50%). *Source : auteur*

Ces aléas pourraient avoir un double effet sur la consommation des ménages irrigants et pluviaux. La baisse de la production conduirait à une baisse directe de l'autoconsommation et donc de la disponibilité alimentaire du ménage (Figure 34). Une chute de la production de 30% (irrégularité des pluies) est susceptible de faire basculer en insécurité alimentaire 69% des irrigants (types 3 à 5) et 82% des pluviaux (type 6, types 8 et 9) (Figure 34 B). Seuls les type 1 et type 7 couvriraient à la limite leurs besoins céréaliers sans recourir à l'achat. Pour une baisse de 50%, seul le type 2 serait au-dessus du seuil alimentaire de 203 kg, grâce notamment à l'achat de céréales (Figure 34 C). Cependant, ces achats pourraient augmenter car les ménages en déficit se tourneront vers le marché pour combler leurs besoins. En situation normale comme en 2016, les achats totaux de céréales réalisés étaient de 302 kg pour l'échantillon analysé (162 ménages). Pour un choc de 30% sur la production, la demande sur le marché augmenterait de 29% (398 kg) si les ménages veulent atteindre la ligne de 203 kg, et de 125% si chaque famille souhaite retrouver son niveau de consommation normale d'avant choc. Pour une baisse de 50%, la hausse de la demande serait respectivement de 112% et 210%. Cette hausse probable conduirait à une inflation, dont l'ampleur dépendra des élasticités/prix des demandes. Le second effet de ces aléas sera donc l'aggravation de l'insécurité alimentaire (surtout des plus pauvres) par une baisse du pouvoir d'achat des ménages qui devront acheter sur le marché.

Supposons que la hausse de la demande induite par la baisse des récoltes entraîne une inflation de 40% des prix des céréales l'année suivant le choc (voir explication en Annexe 28). Le prix moyen à la consommation d'un panier de 1 kg de céréales (mil, sorgho, maïs, paddy) en 2016 était de 175 FCFA/kg. Ce coût passerait donc à 245 FCFA, impliquant une baisse du pouvoir d'achat d'environ 30% (le ménage ne peut acquérir que 0,71 kg de ce panier avec son revenu de 175 FCFA). Les dépenses en céréales étaient en 2016 d'environ 100000 FCFA pour le type 2, 60000 FCFA pour le

type 3, et moins de 40000 FCFA pour les type 1, 4 et 5. Chez les pluviaux, elles étaient de 60000 FCFA pour les pauvres (types 8 et 9), et moins de 30000 FCFA pour les aisés (types 6 et 7). Par exemple, si la production baisse de 50%, les achats de céréales en kg du type 4 devraient doubler s'il veut atteindre le seuil de 203 kg. Ce qui triplerait ses dépenses consacrées aux céréales (33000 à 91000 FCFA). En raisonnant pareillement pour les autres, leurs dépenses s'accroîtraient d'environ 200% (types 3 et 9), 500% (types 5 et 8), 100% pour le type 1, 350% pour le type 6 et 750% pour le type 7. Le type 6 pourrait réduire ses achats, tout en restant au-dessus de 203 kg. Ces inflations réduiraient l'accessibilité à la nourriture (surtout pour les pauvres), capitale pour la sécurité alimentaire.

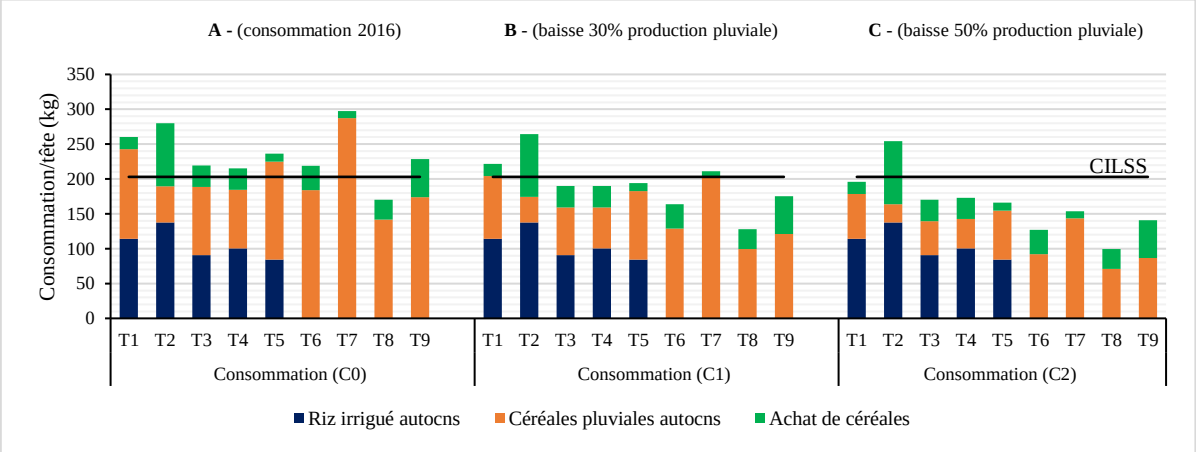


Figure 34 : Impacts d'une baisse de la production agricole sur la consommation des ménages en zones irriguée et pluviale A) est la situation de référence (2016 – année moyenne). B) mauvaise année agricole (irrégularité des pluies entraînant une baisse de la production de céréales et d'oléagineux de 30%). C) mauvaise année agricole (sécheresse/inondation conduisant à une chute de la production de céréales et d'oléagineux de 50%). *Source : auteur*

3.2.2. Effets de la baisse du prix du riz paddy

La baisse du prix induite par les difficultés d'écoulement du riz a un impact négatif sur le revenu annuel du ménage irrigant et sur sa trésorerie au cours de l'année. La Figure 35 compare les revenus des irrigants en campagne normale (paddy vendu à 150 FCFA/kg) à ce que seraient leurs situations en mauvaise campagne rizicole, lorsque le paddy est vendu à un prix 25% plus bas (collecteurs/commerçants étrangers) ou 40% plus bas (vente au marché local). L'impact diffère selon l'ampleur de la chute du prix et selon que l'aléa concerne une seule campagne (Figure 35 B, C) ou les 2 campagnes successives de l'année (Figure 35 D, E). La Figure 35 A, est le revenu de référence, c'est-à-dire la situation en campagne normale. Un paddy vendu 25% plus bas (P =112,5 FCFA/kg) en campagne 1 est susceptible de faire basculer le type 3 à la limite du SM, accroissant ainsi l'insécurité économique globale des irrigants (Figure 35 B). Seul le type 1 (16% des irrigants) pourrait toujours assurer ses besoins de base et investir sans recourir au crédit, grâce surtout à son revenu extra-agricole. Cette baisse du prix augmenterait la profondeur de pauvreté des ménages déjà pauvres : le revenu du type 4 passerait de 73% à 60% du seuil de pauvreté (SP). Pour le type

5, le revenu serait 6% en dessous du SP. Les résultats sont similaires pour une baisse de 40% (P= 90 FCFA/kg) en campagne 1 (Figure 35 C). Le type 3 serait en insécurité économique alors que les types 4 et 5 basculeraient dans une pauvreté plus profonde. En somme, si les aléas sur les prix du paddy touchent une seule saison rizicole, le taux de pauvreté resterait le même, avec une profondeur plus importante, mais l'insécurité économique globale augmenterait de 70% (types 2, 4 et 5) à 84% (types 2 à 5).

Si l'aléa sur le prix survient deux fois successivement, les effets cumulés sur les revenus des ménages seraient plus importants (Figure 35 D, E). Pour une baisse successive de 40% du prix du paddy en campagnes 1 et 2 (S1S2), les types 2 et 3 seraient en dessous du SP, conduisant à une hausse du taux de pauvreté dans la zone irriguée, qui passerait de 55% (types 4 et 5) à 84% (types 2 à 5) (Figure 35 E). A ce prix (90 FCFA/kg), seul le type 1 pourrait couvrir ses besoins de base et investir. Pour une baisse successive du prix de 25% (Figure 35 D), le résultat serait quasi similaire à celui de la Figure 35 C : le type 3 basculerait en insécurité économique avec un revenu 10% en dessous du SM. En somme, lorsque que l'aléa est successif avec une ampleur plus importante (40% de baisse du prix), le nombre de pauvres augmenterait dans la zone irriguée.

Enfin, l'impact diffère selon la situation du ménage. Les types dont les revenus sont très dépendants en grande partie du riz irrigué (type 3 et type 4) subiraient les plus importantes pertes. Par exemple, la chute du prix de 40% en campagne 1 entraînerait une baisse du revenu total de 15% pour le type 3 et 20% pour le type 4, alors que chez les autres, la baisse serait de moins de 10%.

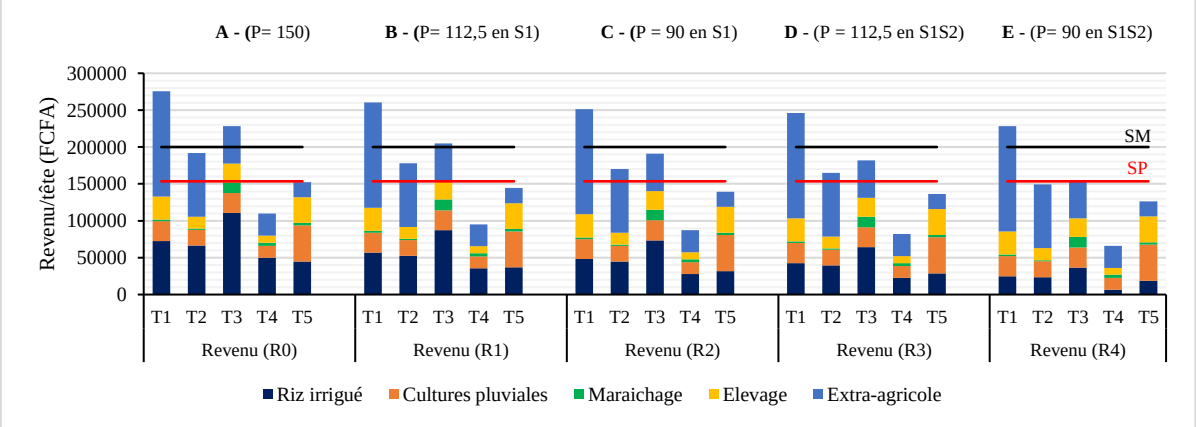


Figure 35 : Impacts d'une baisse du prix de vente du riz paddy sur le revenu annuel des irrigants.
A) est la situation de référence avec le prix à 150 FCFA/kg. B) lorsque le paddy est vendu 25% plus bas (112,5 FCFA/kg) en campagne 1. C) lorsque le paddy est vendu 40% plus bas (90 FCFA/kg) en campagne 1. D) lorsque le paddy est vendu 25% plus bas en campagnes 1 et 2. E) lorsque le paddy est vendu 40% plus bas en campagnes 1 et 2. *Source : auteur*

Les aléas sur le prix du paddy ont surtout un impact direct sur le revenu monétaire, car cela diminue les recettes de ventes provenant du riz. Les ventes nettes[73] de paddy contribuent au revenu monétaire pour 18% pour les types 1 et 2, 54% pour le type 3, 37% pour le type 4 et 23% pour le type 5 (Tableau 39). Le type 3 subirait la plus grosse perte absolue en cas de chute du prix compte tenu de ses ventes plus importantes. Sa marge nette diminuerait de 260000 FCFA pour une baisse de 25% alors que chez les autres, la baisse serait de moins de 130000 FCFA. En revanche, le type 4 subirait la baisse en % la plus importante. En cas d'aléa de 25% sur les prix en campagne 1, le type 4 perdrait 76% de sa marge nette et 28% de son revenu monétaire (0,76*0,37). Chez les autres, la baisse en % du revenu monétaire serait de moins de 15%. Pour une baisse de 40% du prix, la marge nette serait négative de 20900 FCFA chez le type 4, ce qui implique qu'à ce prix (90 FCFA/kg), ses recettes ne couvrent pas ses charges. Ce qui conduirait à une baisse plus importante de son revenu monétaire total (43%). Pour le type 2, les recettes couvrent à peine les charges (marge nette = 12200 FCFA), et son revenu monétaire baisserait de 16%. Chez les autres, la baisse du revenu monétaire serait de 24% (type 3), 12% (type 1) et 16% (type 5).

Tableau 39: Impacts sur le revenu monétaire d'un aléa sur le prix du paddy en une seule campagne

	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
Revenu monétaire total (RM) (FCFA)	1665464	839114	1688886	319179	760207
dont vente nette du paddy (FCFA)	*301069*	*148949*	*915568*	*116805*	*177564*
en % du RM	*18*	*18*	*54*	*37*	*23*
Baisse de 25% du prix en C1					
Vente nette de paddy en FCFA	*175489*	*62002*	*656630*	*28067*	*100118*
Baisse en % de vente nette de paddy	*42*	*58*	*28*	*76*	*44*
Baisse en % du RM	*8*	*10*	*15*	*28*	*10*
Baisse de 40% du prix en C1					
Vente nette de paddy en FCFA	*104262*	*12202*	*503068*	*-20983*	*53694*
Baisse en % de vente nette de paddy	*65*	*92*	*45*	*118*	*70*
Baisse en % du RM	*12*	*16*	*24*	*43*	*16*

C1= campagne 1. Source : auteur

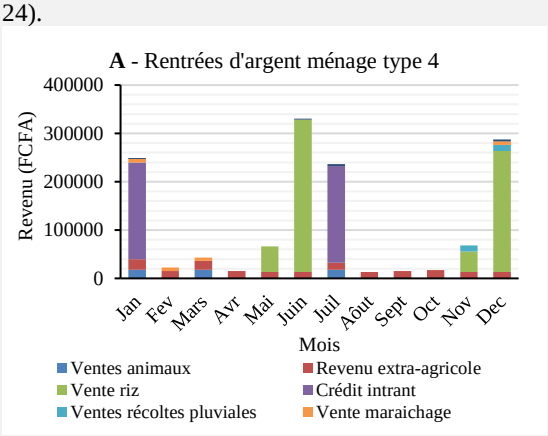
Ces baisses du revenu monétaire induites par la baisse du prix constituent une perte importante de liquidité et sont à l'origine des problèmes de trésorerie pour les riziculteurs au cours de l'année. Ce qui réduit en retour la capacité de ces producteurs à pouvoir financer les charges de la campagne suivante et donc leur sécurité alimentaire future. L'analyse de la trésorerie[74] montre qu'au cours de l'année, les mois les plus importants pour les irrigants en besoins de liquidité (dépenses) et en rentrées d'argent sont janvier, juin, juillet et décembre (voir encadré ci-dessous et Annexe 24).

[73] Vente nette = marge nette = chiffre d'affaire – charges de production

[74] Pour analyser les effets sur la trésorerie, les dépenses et les rentrées d'argent mensuelles des ménages types ont été reconstituées pour une année, à l'aide des données collectées lors des enquêtes (voir explication en Annexe 23).

Encadré 5 : Exemple pour le type 4

En janvier, le riziculteur démarre la première campagne rizicole de l'année. Le crédit intrants est une rentrée importante d'argent (80% de la liquidité totale du mois) lui permettant de financer les intrants de riz irrigué (65% des dépenses) et les charges des opérations rizicoles (labour, hersage, planage, repiquage), soit 28% des dépenses. En juin, la principale rentrée de liquidité est la vente du riz paddy (95% de l'argent total du mois), lui permettant de rembourser le crédit emprunté en janvier (85% de ces dépenses en juin). Ce remboursement va lui permettre de réemprunter en juillet (85% des rentrées du mois) pour financer les intrants et les opérations de la deuxième campagne rizicole de l'année. En décembre, il vend le riz pour rembourser son crédit et ainsi de suite. Si le ménage fait face en juin à des difficultés à écouler le paddy récolté, il ne pourra pas honorer ses engagements auprès de ces créanciers et donc redémarrer sa campagne suivante. Du fait de sa pauvreté, les autres sources de liquidité sont insuffisantes pour couvrir les charges en riziculture irriguée. La structure de trésorerie est quasi-similaire pour les autres types (Annexe 24).



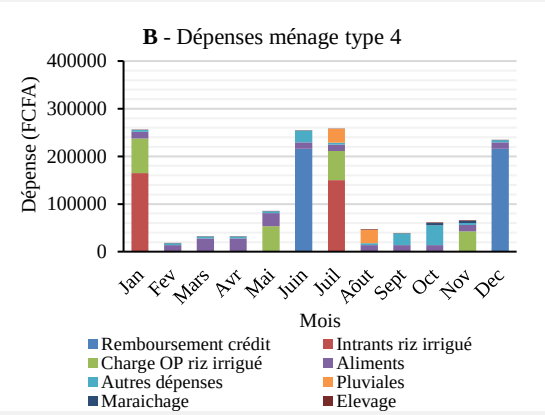


Figure : Evolution de la trésorerie du ménage type 4 (rentrées d'argent et dépenses) au cours de l'année. *Source : auteur*

La Figure 36 présente l'évolution des soldes cumulés (rentrées - dépenses) pour chaque ménage type irrigant au cours de l'année. S0 est la situation de référence. Ensuite, on considère qu'un aléa prix survient en campagne 1 entraînant une baisse du prix de 25% (S1) ou une baisse de 40% (S2). Les ménages en sécurité économique (type 1 et type 3) sont peu vulnérables au cours de l'année pour une baisse du prix entre 25 et 40%. Pour le type 1, la trésorerie resterait positive en fin d'année à un niveau cumulé supérieur à 600000 FCFA (Figure 36 A). L'apport des sources extra-agricoles lui permet de couvrir ses besoins d'investissement pour l'activité rizicole. Pour un aléa prix de cette intensité, il resterait en sécurité économique et disposerait d'un excédent pour réinvestir l'année suivante. La situation est similaire pour le type 3 qui ne serait pas en déficit au cours de l'année (Figure 36 C). En revanche, son solde cumulé en décembre, serait en dessous de 500000 FCFA[75] pour une chute du prix de 40% et cela pourrait compromettre sa sécurité économique future. Chez les ménages en insécurité économique (type 2 et les pauvres du type 4 et type 5), l'impact serait différent. Une baisse du prix jusqu'à 40% (S2), conduirait les type 2 et type 5 en situation de déficit de liquidité à partir d'octobre, période de la rentrée scolaire (Figure 36 B, E), mais ils ne risqueraient pas un décalage de leurs calendriers culturaux (soldes positifs en juin et juillet). Cependant, en fin d'année, les surplus seraient très faibles (moins de 250000 FCFA pour le type 2 et moins de 350000

[75] En rappel, dans les ateliers, les ménages ont défini 500000 FCFA/famille comme surplus (après satisfaction des besoins de base), à réinvestir chaque année pour sortir définitivement de la pauvreté (voir chapitre précédent).

FCFA pour le type 5), rendant l'investissement difficile pour la campagne suivante. La situation du type 4 est très critique car même en absence d'aléa (S0), son solde cumulé n'est positif que 3 mois (mars, juin et juillet) de l'année et déficitaire de 24000 FCFA en décembre (Figure 36 D). C'est un ménage qui vit au mois le mois. En cas d'aléa, son solde serait déficitaire en juin de 48000 FCFA si le riz est vendu 25% plus bas (S1) et de 100000 FCFA si le riz est vendu 40% plus bas (S2). Il serait donc obligé de s'endetter pour démarrer la campagne 2 ou de décaler son calendrier de production au risque de subir les pertes de rendement liées au vent et au froid de décembre. Ce résultat illustre surtout le cercle vicieux de pauvreté et de vulnérabilité dans lequel sont plongées ces familles qui n'arrivent pas à dégager un surplus pour réinvestir dans l'exploitation afin d'accumuler du capital. La multiplication des difficultés de commercialisation aggraverait cette situation de piège à pauvreté.

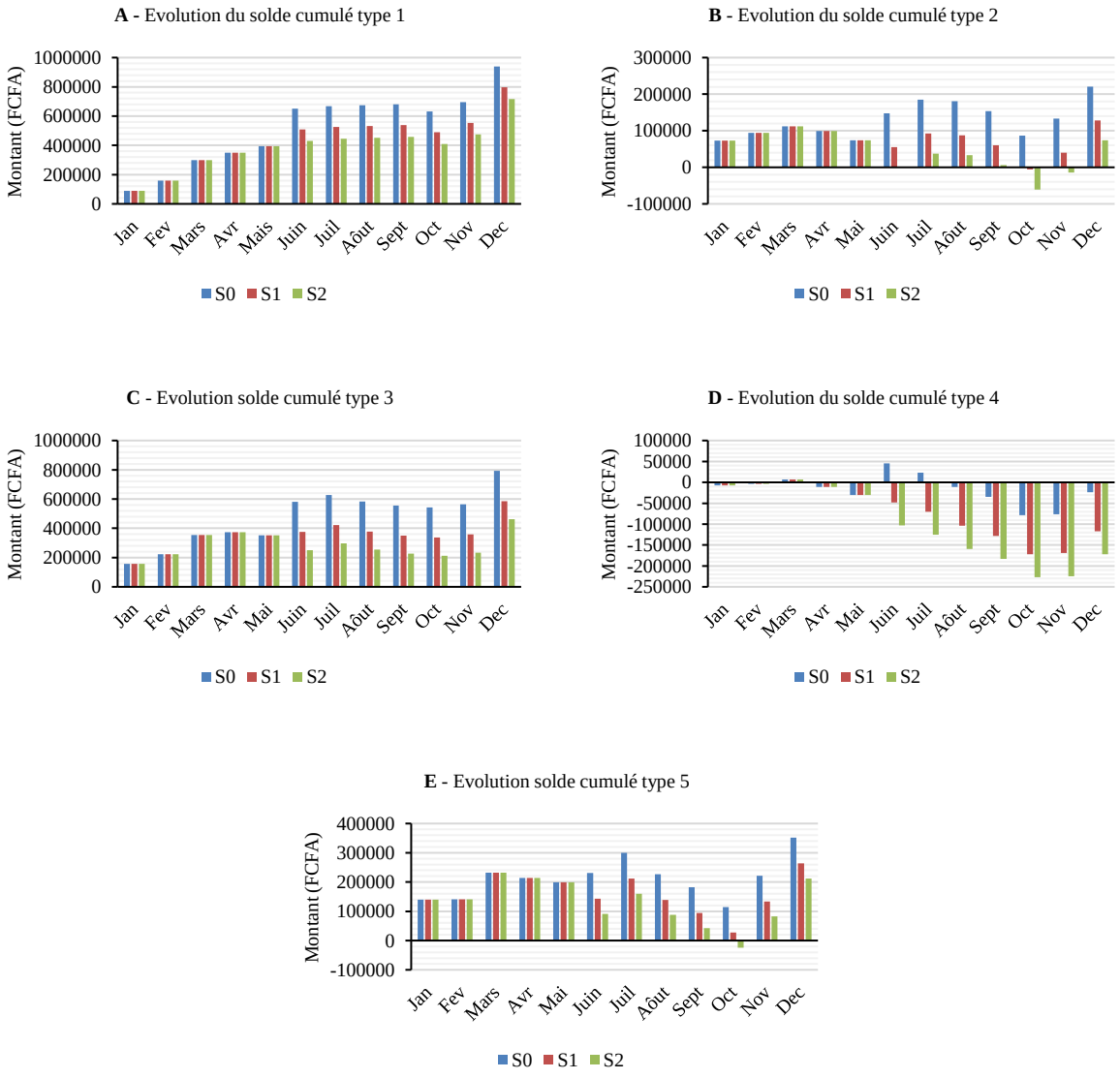


Figure 36 : Evolutions des soldes cumulés de chaque ménage type.
S0 est la situation de référence (paddy vendu à 150 FCFA pour les 2 campagnes). Les autres représentent les soldes cumulés en cas d'aléa sur le prix en campagne 1 : S1 est la baisse du prix du paddy de 25% et S2 une baisse de 40%. *Source : auteur*

3.2.3. Impacts des autres aléas

En dehors des aléas de prix analysés ci-dessous, la riziculture est également confrontée à d'autres aléas (manque d'intrants/main d'œuvre, pyriculariose et oiseaux) ayant des effets plus ou moins importants sur le revenu et sur la consommation. Supposons une mauvaise campagne agricole (manques d'intrants et de travailleurs saisonniers) entraînant un décalage du calendrier cultural et une baisse des rendements de la campagne 2 à un niveau de 2 t/ha (environ 50%), suite au vent/froid[76]. Ainsi, le type 3 basculerait en dessous du SM (son revenu baissant de 18% et passant de 228000 à 186000 FCFA), entraînant une hausse de l'insécurité économique des irrigants. Cet aléa aurait, par contre, moins d'impact sur la sécurité économique du type 1, dont le revenu diminuerait de 13% et sur la pauvreté du type 2 dont le revenu baisserait de 17%. L'incidence de pauvreté resterait identique mais sa profondeur augmenterait pour les types 4 et 5 dont les revenus diminueraient respectivement de 23% et 15%. En revanche, une mauvaise campagne rizicole caractérisée par la pyriculariose (rendements chutent à 2 t/ha) conduirait à une baisse importante du revenu, soit 27% (type 1), 33% (type 2), 37% (type 3), 43% (type 4) et 29% (type 5). Les types 2 et 3 basculeraient en dessous du SP, augmentant ainsi l'incidence globale de pauvreté de 55% (types 4 et 5) à 84% (types 2 à 5), et l'insécurité économique de 70% (types 2, 4 et 5) à 84% (types 2 à 5). Une perte de 10% de la production liée à l'invasion des oiseaux granivores entraînerait une baisse des revenus de moins de 10% pour les irrigants et aurait peu d'incidence sur la pauvreté globale. Pour terminer, une peste aviaire (entraînant zéro vente de volailles), ou la perte de revenu d'orpaillage, entraîneraient une baisse de moins de 10% du revenu dans les deux zones, irriguée ou pluviale, et l'incidence de pauvreté resterait inchangée.

3.3. Stratégies et capacités à faire face aux chocs

Face à la situation de forte vulnérabilité décrite au-dessus et l'importance des risques potentiels, la question de la résilience, c'est-à-dire celle de la capacité des agriculteurs, sur le périmètre et hors de celui-ci, à résister aux chocs est de la première importance. Cette section analyse les stratégies ex ante de minimisation des risques et les capacités ex post de résistance aux chocs.

En analysant la stratégie ex ante, on observe un système plus diversifié, en particulier pour les activités agricoles, et donc moins vulnérable en zone pluviale qu'en zone irriguée. Les ménages les mieux dotés en ressources et en sécurité économique, aussi bien chez les irrigants (type 1, type 3) que chez les pluviaux (type 6 et type 7), sont aussi ceux qui diversifient le plus leurs sources de revenu, ils sont ainsi moins exposés aux chocs (Tableau 41). Mais, les pauvres, comme le type 5 (dotation élevée en terres pluviales) et le type 8, ont également des revenus très diversifiés, ce qui

[76] Voir le tableau en Annexe 29

les rend moins vulnérables que les autres pauvres comme le type 4 et type 9, qui ont généralement peu de terres et peu d'opportunités extra-agricoles.

Pour analyser la capacité de réponse ex post des agriculteurs, les stratégies habituellement adoptées par les ménages ont été d'abord énumérées, puis ensuite, les ressources et les alternatives dont ils disposent pour faire face aux pertes subies suite à l'apparition des aléas ont été analysées. Plusieurs stratégies individuelles sont apparues dans la zone pour faire face aux aléas (Tableau 40). Les irrigants pauvres (type 4) ont tendance à privilégier la recherche d'emplois extra-agricoles (44%), ce qui suppose souvent la migration temporaire, parfois même du chef de famille, les ventes d'animaux (32%) et l'emprunt de vivres (28%) ou le crédit. Le type 5 privilégie les ventes d'animaux (72%), car étant bien doté en élevage, et le déstockage des vivres (16%), car disposant de plus de stock grâce aux cultures pluviales. Les mieux nantis comme les type 1 et type 2 ont recours aux ventes d'animaux et au travail extra-agricole. Le type 3 a tendance à adopter plusieurs stratégies avec en premier, les ventes d'animaux (50%), l'emprunt et le travail extra-agricole. Chez les ménages pluviaux, les pauvres (type 8 et type 9) ont tendance à vendre les animaux plus que toute autre stratégie. Ils se tournent aussi vers les emplois hors de leurs exploitations, notamment la recherche de contrats sur le périmètre irrigué pendant la campagne sèche. Le type 6 privilégie les ventes d'animaux, mais en dispose de peu ; il doit alors recourir au travail extra-agricole et au soutien des parents. Les plus riches (type 7) ont tendance à vendre des animaux ou à utiliser les garanties dont ils disposent pour emprunter du crédit.

Tableau 40: Stratégies adoptées en périodes de chocs (% des ménages par type)

	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8	Type 9
Vente d'animaux	38	33	50	32	72	55	55	73	74
Réduction du repas et sa qualité	25	20	29	24	6	9	0	7	17
Emprunt de vivres	0	7	14	28	13	0	0	7	13
Crédit à la Caisse	0	27	36	20	6	0	18	13	0
Recherche emplois extra-agri[77]	38	60	36	44	9	55	18	20	26
Mise en location de parcelle riz	0	7	7	4	3	0	0	0	0
Demande de soutien aux parents	13	7	7	20	13	27	9	20	35
Recours à l'épargne monétaire	0	7	21	4	0	0	0	0	0
Utilisation de stocks de récoltes	6	7	0	0	16	0	0	0	0
Migration lointaine[78]	0	0	0	0	0	9	0	0	0
Réalisation de maraîchage	0	0	0	0	0	0	9	0	0
Suppression des dépenses non prioritaires	6	7	7	4	0	0	0	0	0

Source : auteur

L'efficacité de ces stratégies individuelles d'adaptation aux chocs est fonction des ressources et des opportunités disponibles correspondantes. Les stocks de ressources (animaux, stocks monétaires et alimentaires et bijoux) pour chaque ménage sont résumés dans le Tableau 41. Ils constituent en

[77] Recherche d'opportunités extra-agricoles à Bagré ou régions voisines, notamment dans les sites d'orpaillage.
[78] Migration à l'intérieur du pays vers la capitale, d'autres régions ou vers d'autres pays.

général, l'épargne de précaution que le ménage mobilise en premier pour répondre aux chocs. Il s'agit d'une décapitalisation pour le ménage qui réduit ses capacités futures à répondre aux besoins de la famille en cas de choc, c'est pourquoi on parle de « vente de détresse ».

Tableau 41: Stocks courants de ressources disponibles pour faire face aux chocs

	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8	Type 9
Indice diversification	**0,67**	**0,63**	**0,67**	**0,51**	**0,70**	**0,72**	**0,80**	**0,71**	**0,65**
Indice agricole	0,56	0,36	0,55	0,43	0,66	0,70	0,77	0,67	0,59
Indice extra-agricole	0,31	0,30	0,29	0,10	0,21	0,26	0,40	0,45	0,24
Effectif animaux									
Bœufs	1,0	0,1	0,6	0,2	1,88	0,09	2,91	6,07	5,48
Moutons	6,9	5,1	6,8	1,64	7,56	4,36	13,36	12,73	9,13
Chèvres	5,8	3,7	2,9	2,24	8,44	5,82	16,09	10,60	7,39
Porcs	0,3	0,1	0,0	1,2	0,09	0,00	0,00	0,00	0,26
Poules	34,3	28,4	33,9	15,84	46,94	24,45	52,64	48,53	20,30
Effectif total	*48*	*38*	*44*	*21*	*65*	*35*	*85*	*78*	*43*
Valeur[79] (FCFA/EA)	78000	38600	53000	24500	106000	56400	134000	185000	334000
Épargne et crédit									
Épargne (FCFA)	18750	0	25000	0	1562,5	0	45455	0	0
Stock céréales[80] (kg/EA)	55	35	35	33	51	17	44	16	25
Nb jours de cons.[81]	100	64	64	60	93	31	80	29	45
Total (FCFA/EA)[82]	92000	47000	64000	33000	118000	60000	146000	188000	338000
% du SP[83]	60	31	42	21	77	39	95	122	220

EA : équivalents adultes. Source : auteur

En zone irriguée, la mobilisation de l'épargne, des stocks de céréales et les ventes d'animaux ne permettent de faire face qu'à un faible choc pour les irrigants des types 2, 3 et 4, puisqu'ils disposent respectivement de 31% (47000 FCFA), 42% (64000 FCFA) et 21% (33000 FCFA) du seuil de pauvreté par individu (Tableau 41). Ces ménages sont particulièrement vulnérables pour les chocs successifs sur le prix de vente du paddy, car même en déstockant toute leurs épargnes cela ne permettra pas de rétablir à court terme leurs niveaux de revenu. Par exemple, une baisse de 40% du prix du paddy (en campagnes 1 et 2), entraînerait une perte du revenu/tête d'environ 43000 FCFA pour le type 2 (à la limite de 47000 FCFA), 74000 FCFA pour le type 3 et 44000 FCFA pour le type 4. Les capacités de résistance les plus importantes sont celle du type 5 dont les ressources financières disponibles, pour faire face aux chocs sont de 118000 FCFA (77 % du SP), grâce à ses animaux et celle du type 1 qui est de 92000 FCFA (60% du SP). En zone pluviale, grâce au bétail possédé, les plus pauvres peuvent faire face à une baisse de revenu équivalent au seuil de pauvreté. Seul le type 6 est dans une situation comparable à celles de certains irrigants. Cependant, l'élevage

[79] Valeur totale des animaux rapportée au nombre d'équivalents adultes du ménage.
[80] Stocks au moment des récoltes.
[81] Le nombre de jours de consommation est calculé comme suit (203 kg équivalent à 365 jours de consommation en norme CILSS, soit 203/365 = 0,55 kg/jour), donc le nombre de jours = (stock/tête) /0,55.
[82] (Valeur des animaux + épargne monétaire + valeur des stocks alimentaires) rapportées à la taille du ménage. Les prix de vente moyen en FCFA sont : 1 chèvre = 15000, 1 mouton = 25000, 1 bœuf = 300000, 1 poule = 2000, 1 porc = 20000.
[83] Total rapporté au SP (seuil de pauvreté) (en pourcentage).

peut également être confronté à des risques et les prix peuvent fortement baisser si de nombreux exploitants souhaitent vendre simultanément. Surtout, cela signifie pour le ménage la perte de ressources productives dont il mettra longtemps à se remettre et l'incapacité à faire face à 2 chocs successifs.

Globalement, en plus de la faible diversification, les irrigants ont des épargnes de précaution plus faibles que les pluviaux, ce qui les rends encore plus vulnérables. La faiblesse des effectifs d'animaux qu'ils possèdent en est l'une des causes. En effet, le manque d'aires de pâturage induit par la contrainte foncière limite la pratique de l'élevage sur le périmètre irrigué. Mais, ces faibles effectifs sont dus à la récurrence des difficultés d'écoulement du riz (une fois chaque deux campagnes) et à la décapitalisation permanente pour y répondre. En termes d'échange, pour financer rien que les quatre opérations[84] de pré-récolte (labour, planage, hersage, repiquage), il faut vendre soit 70 poules, ou en équivalent (7 porcs, ou 10 chèvres, ou 7 moutons, ou 3 ânes ou 50% du prix d'un bœuf). De même, pour financer les 8 sacs d'intrants (20000 FCFA/sac) d'une seule campagne, il faut vendre environ le même nombre d'animaux.

Par ailleurs, les stocks alimentaires sont particulièrement faibles dans les deux zones (Tableau 41) confirmant le diagnostic de grande pauvreté et de forte vulnérabilité à l'insécurité alimentaire. La population a vu sa capacité d'adaptation se réduire au fil des années à cause de l'épuisement des stocks de récoltes: « Avant il y avait des stocks alimentaires pour passer les mauvaises années mais, avec la multiplication des déficits de pluie, nous ne gagnons plus beaucoup de récoltes et nos stocks se sont épuisés. Les récoltes baissent et la population augmente, donc c'est difficile » (Paysan Soper, atelier, 29 nov. 2017). La tendance générale confirme cette perception : la production de céréales/tête dans la province du Boulgou diminue depuis 1996 (Figure 37 A). Elle est passée de 378 kg en 1996 à 235 kg en 2016, soit une baisse de 38% en 21 ans. Cela s'explique par la forte croissance démographique (la population a quasi doublé sur cette période, représentant une hausse de 75%) (INSD, 2004, 2009a, 2009b), alors que la production de céréales a stagné (hausse de 8%) (Annexe 27). Plus la production par tête diminue, plus le surplus à stocker diminuera et donc les stocks aussi.

[84] Une opération culturale coûte environ 35000 FCFA. Le prix de vente moyen (en FCFA) en élevage est de : 1 chèvre = 15000, 1 mouton = 25000, 1 bœuf = 300000, 1 poule = 2000, 1 porc = 20000. Donc, il faut vendre environ 18 poules, ou 2 porcs, ou 3 chèvres, ou 2 moutons ou 1 âne pour financer une opération.

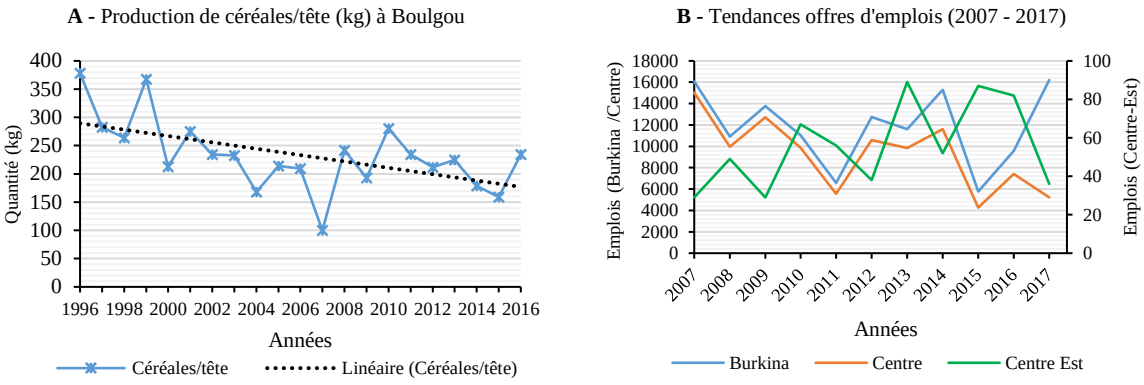


Figure 37 : A) Tendance générale de la production de céréales/tête, B) tendances des offres d'emplois au Burkina Faso, dans la région du centre (Ouagadougou) et dans la région du Centre-Est (Bagré).
Sources : auteur à partir des données A-((INSD, 2004, 2009a, 2009b), (Agristat, Base EPA)), B - (ONEF, 2016, 2018)

L'une des stratégies des ménages est la recherche d'emplois extra-agricoles pour pallier les mauvaises années comme souligné dans le Tableau 40. Mais, même si cela est une possibilité pour accroître le revenu en période de choc, les opportunités non agricoles sont faibles : il existe peu d'industries et d'entreprises susceptibles de proposer du travail. Les emplois à pourvoir dans la région du Centre-Est (même si nos chiffres ne concernent que ceux publiés et pour le secteur formel) sont faibles (87 postes proposés en 2015)[85] (ONEF, 2016). La tendance d'évolution n'est pas non plus favorable à une hausse des opportunités (Figure 37 B). De même, le périmètre irrigué n'a pas généré jusqu'à maintenant les emplois non agricoles attendus permettant de réduire la vulnérabilité des ménages. Le bilan fait en 2012, a révélé que sur les 30000 emplois prévus par l'aménageur lors de la mise en place du projet « Grand Bagré » en 1995, seulement 3325 ont pu être créés, soit un taux de réalisation de 10,7% en 17 ans (Bagrépôle, 2012b). En revanche, même si en année normale, peu de ménages sont intéressés par les contrats saisonniers sur le périmètre, en cas d'aléa, les pluviaux peuvent vendre leur travail pendant la période de saison sèche notamment pour les opérations culturales de labour, de repiquage et de récolte. Comme démontré dans le chapitre précédent, la riziculture génère des emplois temporaires qui sont des sources importantes de revenu. Le périmètre augmenterait donc la capacité d'adaptation des ménages pluviaux autour. Ces recherches d'emplois peuvent parfois entraîner des migrations vers la capitale (Ouagadougou), vers d'autres régions du pays, et à l'étranger. « Quand l'année est mauvaise, les époux migrent dans d'autres régions à la recherche de conditions meilleurs. Pour l'aventure vers l'étranger, ce sont surtout les jeunes que nous envoyons, ce qui fait qu'on perd des bras valides pour les travaux champêtres » (Paysan V9, atelier, 8 déc. 2017). La migration est à la fois rapporteuse d'argent pour les familles à travers les transferts, mais aussi réductrice de la force de travail de la famille à travers les départs.

[85] Offres d'emplois publiées par l'ANPE (Agence Nationale de la Promotion de l'Emploi) par région + offres d'emplois publiées dans la presse écrite par région d'affectation.

L'adaptation collective (prêts de vivres ou de liquidité à son voisin, travail collectif, aides des plus démunis) est en baisse dans les deux zones, selon la perception des ménages. Les systèmes de solidarité entre voisins et familles du village disparaissent progressivement. « Nos stratégies sont limitées car maintenant, il y a peu de solidarité entre les personnes dans le village, pas parce que les gens ne veulent pas être solidaires mais parce que tout le monde perd des récoltes au même moment et personne ne peut aider personne » (Paysan Boakla, atelier, 8 déc. 2017). De même, le niveau de pauvreté expliquerait cette baisse d'entraide et de solidarité : « Si vous avez dans un village 50% à 60% de pauvres, ce village ne peut pas s'en sortir quand une mauvaise année apparaît parce que les riches ne sont pas nombreux et ils ne peuvent pas aider les autres qui sont pauvres » (Paysan Boakla, atelier, 8 déc. 2017).

Pour terminer, d'autres alternatives d'adaptation existent dans la zone irriguée comme l'emprunt bancaire. Il existe un crédit pour la période de soudure conditionné par la perspective d'une production rizicole future du ménage. Mais, les riziculteurs hésitent à augmenter leur crédit vu son coût (8 à 15 %), parce que cela peut fragiliser la sécurité économique future. Une autre option est le crédit solidaire qui n'exige pas de garantie, mais un apport personnel de 5 % du prêt est demandé, et cela rend inaccessible le crédit surtout aux plus pauvres en période de choc. Au niveau institutionnel, l'État peut intervenir avec des solutions d'adaptation en périodes de crises. Ce fut le cas en 2016, lorsqu'il est intervenu suite à la fermeture d'une rizerie afin d'acheter 1000 t de riz paddy, soit l'injection de 150 millions de FCFA dans le circuit de commercialisation pour permettre aux paysans en difficulté de pouvoir écouler leur produit et démarrer la campagne hivernale de l'année. Cette opération, même si elle a permis de résoudre le problème, est une solution temporaire permettant de faire face au choc, mais laissant le problème entier pour les campagnes suivantes.

3.4. Importance des risques et préoccupations des producteurs

Face à la diversité des risques de la zone, le but de cette section est d'identifier les plus importants d'entre eux, sur lesquels, il faut rechercher des solutions visant à les réduire. Pour cela, ces risques de vulnérabilité ont été hiérarchisés et comparés aux préoccupations les plus pressantes selon la perception de la population (Figure 38). Ces préoccupations des ménages sont associées aux risques auxquels ils sont confrontés. Par exemple, le faible niveau d'équipements et le manque d'intrants renvoient au risque d'être impacté par le froid/vent dû au décalage du calendrier cultural. Les maisons qui tombent renvoient au risque d'inondations, etc.

En zone irriguée, notre modèle de calcul du risque montre que les plus importants à réduire le revenu des ménages sont l'impact du froid/vent et ses conséquences sur les rendements rizicoles, les difficultés d'écoulement du paddy et la baisse du prix, et la peste aviaire qui est récurrente chaque année (Figure 38 A). Les risques de manque de travailleurs saisonniers, de ventes à crédit ou à bas

prix, peuvent également conduire à un décalage du calendrier cultural entraînant un impact du froid/vend sur la production. Comparés à la perception locale, les risques prioritaires que nous avons identifiés correspondent aussi aux préoccupations les plus importantes soulevées par les irrigants, à savoir le manque d'équipements, le problème d'écoulement du riz et le manque d'intrants (Figure 38 B). Par ailleurs, d'autres préoccupations ont été aussi évoquées par la population comme entre autres le manque de terres, la disparition du bois de chauffe jugée importante par les femmes qui ont participé à l'atelier : « Au début quand nous étions venus ici, nous ne souffrions pas comme ça avec le bois. Les aménagements ont tout détruit et petit à petit, tout a disparu. Il n'y a plus de brousses à côté pour aller chercher du bois. Nous ne cherchions surtout pas pour vendre mais pour utiliser en famille car ça réduit nos dépenses. Maintenant, il faut acheter le bois et cela coûte cher car la charrette vaut 7000 FCFA » (Paysanne V1B, atelier, 7 déc. 2017).

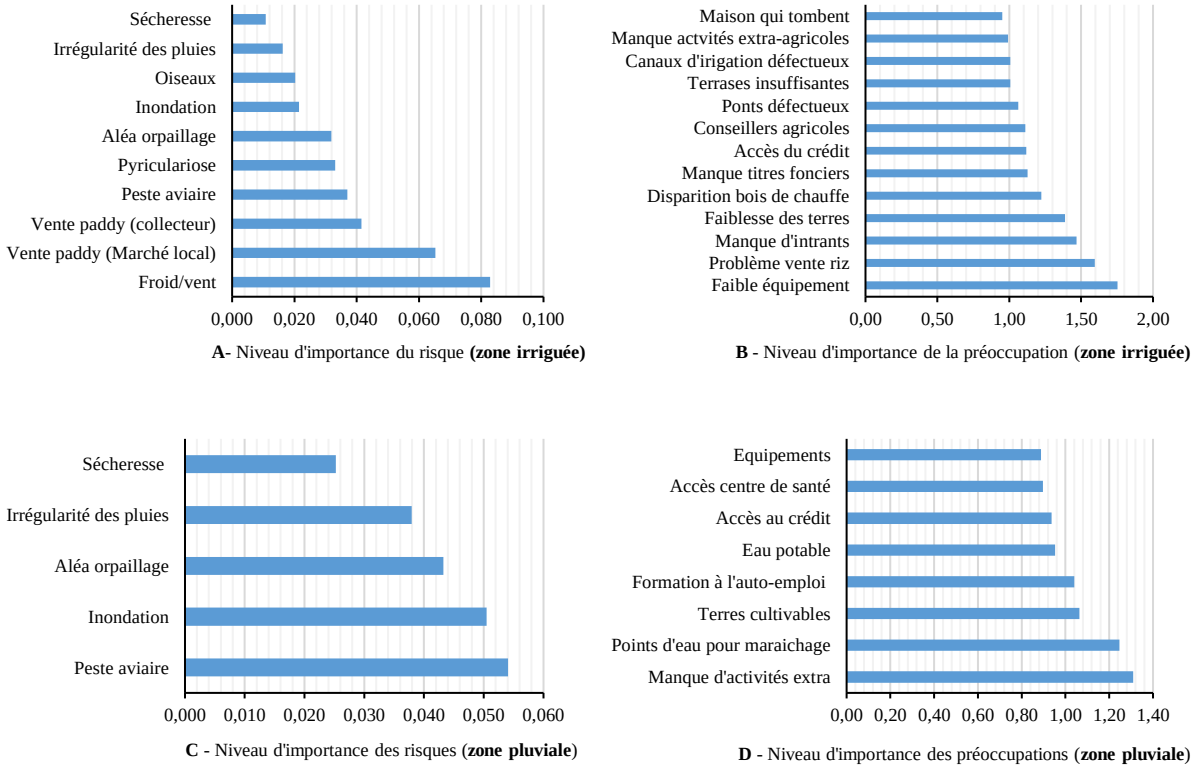


Figure 38 : Niveau d'importance des risques et des préoccupations dans les deux zones
Les valeurs ont été obtenues à travers les calculs effectués dans le paragraphe 2.2. *Source : auteur*

En zone pluviale, les trois aléas les plus importants pour la subsistance des pluviaux sont la peste aviaire, les inondations et les pertes liées à l'orpaillage saisonnier. Les deux derniers étant liés aux déficits pluviométriques (irrégularité des pluies et sécheresse) (Figure 38 C). Notre hiérarchisation des risques est décalée de la perception des ménages pluviaux, dont l'importance n'est pas le risque en lui-même mais plutôt les capacités à y faire face. C'est ce qui ressort dans leurs préoccupations les plus importantes à savoir le manque d'activités extra-agricoles qui renvoie au besoin de

diversification des revenus et aux capacités d'adaptation (la recherche d'emplois extra-agricoles étant une stratégie adoptée pour faire face aux chocs), le manque de points d'eau pour le maraîchage (qui est aussi une stratégie pour diversifier les systèmes de cultures, mais il renvoie également au risque de sécheresse), et le manque de terres cultivables (Figure 38 D).

En somme, cette approche de confrontation de la méthode théorique de calcul du risque à la perception de la population a révélé deux résultats essentiels qui varient selon le contexte local de vulnérabilité. Dans le contexte irrigué où les risques climatiques ont fait place à d'autres formes de vulnérabilité liées à l'accès aux facteurs de production et au marché, les résultats se rejoignent sur ce qui est le plus important (à savoir le risque), et sur lequel il faut agir lorsque nous cherchons à réduire la vulnérabilité des populations. Dans le contexte pluvial où la vulnérabilité climatique et naturelle est importante, les résultats sont décalés et la priorité est le renforcement des capacités d'adaptation des populations locales.

Parmi les préoccupations les plus importantes en zone irriguée, le problème d'écoulement du riz semble le plus pressant, étant donné qu'il peut aussi, en dehors de la baisse du prix, générer des conséquences supplémentaires comme le décalage du calendrier cultural et le risque du froid/vent. L'objectif du prochain chapitre sera donc d'analyser en profondeur ce risque de marché et de proposer des solutions possibles pour réduire les difficultés de vente et ainsi la vulnérabilité des riziculteurs.

4. Discussion et conclusion

L'objectif de ce chapitre était d'évaluer la vulnérabilité des ménages à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire. Pour ce faire, une méthode d'analyse en plusieurs étapes a été adoptée. D'abord, nous avons identifié les aléas auxquels sont confrontées les ressources mobilisées par la population, leurs probabilités d'occurrence et, en même temps la part des ressources soumise à chacun de ces aléas. Cela nous a permis de définir le degré d'exposition des ménages. Ensuite, l'impact ex ante de chacun de ces aléas sur le revenu et sur la consommation a été estimé, permettant d'analyser la vulnérabilité des ménages. Enfin, les capacités d'adaptation des ménages ont été évaluées à travers l'analyse des stratégies adoptées par le passé pour faire face aux chocs, la diversification des activités et les ressources disponibles pour réagir face à l'apparition d'un aléa.

Les résultats montrent que les risques auxquels sont exposés les ménages irrigants du périmètre sont plus nombreux que les risques auxquels sont confrontés les ménages de la zone pluviale autour. En plus de devoir faire face aux aléas tels que la sécheresse, l'irrégularité des pluies, les inondations, les pestes animales qui touchent les ménages pluviaux, les irrigants doivent aussi résister à d'autres risques (difficultés de vente du paddy et risque prix, manques d'intrants et de travailleurs, invasion

d'oiseaux et attaque de ravageurs), qui touchent la riziculture irriguée, leur principal moyen de subsistance. Une sécheresse ou une inondation est susceptible d'augmenter l'insécurité économique et l'insécurité alimentaire des familles dans la zone pluviale alors que dans la zone irriguée, elle est d'une incidence moindre sur la situation économique et alimentaire des ménages. La mise en place du système d'irrigation a donc permis de réduire la vulnérabilité des ménages irrigants à la variabilité climatique, ce qui est soutenu par plusieurs auteurs (Hasnip *et al.*, 2001 ; Smith, 2004). En revanche, d'autres risques se traduisent par l'apparition de nouvelles formes de vulnérabilité économique et alimentaire chez les irrigants du fait des contraintes liées à la riziculture irriguée. Une baisse du prix du paddy conduirait les riziculteurs en insécurité économique, aggraverait leur pauvreté et engendrerait des difficultés de trésorerie susceptibles d'entraver la production et la sécurité alimentaire de la période suivante.

Par ailleurs, nos résultats montrent que les ménages irrigants ont des capacités d'adaptation plus faibles que les ménages de la zone pluviale autour. En effet, leurs stocks d'épargne (animaux) s'épuisent en raison d'une décapitalisation causée par la récurrence des risques sur la riziculture irriguée, entraînant ainsi une aggravation de leur situation de pauvreté et de vulnérabilité (Mainguy et Droy, 2013). De même, les opportunités non agricoles sont insuffisantes pour servir de revenu d'appoint en cas de mauvaise année et les systèmes de solidarité et d'entraide disparaissent. Or, les stocks alimentaires dans la zone sont en nette diminution du fait de la croissance démographique, réduisant ainsi les capacités d'adaptation dans les deux zones. Quant aux pluviaux, ils peuvent mieux résister aux aléas qui les touchent car, contrairement aux irrigants, ils disposent de stocks plus importants de bétail, ont des systèmes de cultures plus diversifiés permettant de minimiser l'impact des aléas, et ont la possibilité de venir travailler sur le périmètre irrigué. La plus forte vulnérabilité des irrigants résulte à la fois de la multiplicité des risques auxquels ils sont exposés, de la faible diversification de leur production (essentiellement basée sur le riz paddy) et de la faiblesse de leurs capacités d'adaptation. Nos résultats sont également soutenus par des analyses antérieures sur d'autres systèmes irrigués : Bélières et al. (2011), sur l'Office du Niger au Mali, ont confirmé une augmentation de la vulnérabilité des irrigants en raison de l'apparition de risques comme les maladies et les ravageurs, les inondations et les problèmes de gestion de l'eau. De même, Albizua et al. (2019) ont soutenu que les ménages ayant accès à l'irrigation restent vulnérables aux aléas de marché tel que la volatilité des prix.

Limites et perspectives

Comme souligné dans l'introduction, le concept de vulnérabilité est très large et intègre plusieurs définitions. De même, les méthodes d'évaluation développées dans la littérature sont diverses[86]. Les avantages de notre démarche d'analyse adoptée ici sont qu'elle intègre plusieurs composantes de la vulnérabilité telles que l'analyse des risques et aléas, de l'exposition des ménages, de la sensibilité à travers l'évaluation ex ante de l'impact des chocs et la prise en compte des capacités d'adaptation. Pour Adger (2006), un des défis de la recherche sur la vulnérabilité est d'intégrer des méthodes qui permettent de prendre compte la perception des risques et de la vulnérabilité. Une autre force de la méthode est qu'elle combine une analyse objective et une analyse subjective (Choularton *et al.*, 2015 ; Maxwell *et al.*, 2015). L'analyse objective est basée sur les données historiques permettant d'inclure certaines tendances et trajectoires globales. L'analyse subjective prend en compte la perception individuelle du ménage permettant d'identifier les risques idiosyncratiques et la perception collective de la population de la zone sur les risques de vulnérabilité.

Cependant, cette méthode comporte des limites. Selon Turner et al. (2003), « une analyse complète de la vulnérabilité prend idéalement en compte l'ensemble du système », ce qui suppose d'intégrer les systèmes socioéconomique et écologique. Mais comme le souligne ces auteurs eux-mêmes, dans la réalité, beaucoup de contraintes conduisent à simplifier l'analyse de la vulnérabilité. Dans cette étude, l'analyse s'est concentrée sur les vulnérabilités économique et alimentaire. Le système socioéconomique a été pris en compte avec notamment l'analyse des données ménages et des tendances globales (démographie, production de céréales/tête, emplois, accès à la terre (voir chapitre précédent), les prix et la pluviométrie). Cependant, contraint par l'absence de données, la tendance écologique du milieu a été omise de l'étude. Ceci pourrait être une perspective future de recherche permettant ainsi de compléter cette étude de la vulnérabilité socioéconomique. Par ailleurs, la vulnérabilité est relative et son niveau varie dans le temps et selon l'individu (Downing, 1990). De même, les ressources des ménages ne sont pas statiques et leur changement dans le temps détermine également l'évolution de la vulnérabilité (Swift, 1989). La seconde limite de notre méthode est de ne pas prendre en compte les trajectoires individuelles de vie, même si dans la zone irriguée, certaines tendances (aménagements irrigués, créations d'emplois non agricoles, dotations attribuées pour les installations) analysées permettent aussi d'avoir un aperçu sommaire des trajectoires individuelles de vulnérabilité. Pour cela, l'évaluation de la vulnérabilité des ménages irrigants et pluviaux, pourrait être renforcée par d'autres recherches dans le futur. Par exemple, une analyse des histoires de vies (Bagchi *et al.*, 1998 ; Sallu *et al.*, 2010). Il s'agira alors de sélectionner

[86] Voir par exemple Moret (2014) et (2017) pour une revue de littérature sur les méthodes d'évaluation de la vulnérabilité dans le domaine économique.

quelques ménages de chaque type (typologie) à suivre sur plusieurs années afin d'analyser leurs trajectoires individuelles de vulnérabilité et de résilience. Ceci permettra aussi de confronter les résultats avec les tendances globales de la zone. Au bout de 5 ans à 10 ans, refaire les mêmes enquêtes avec ces mêmes ménages de l'échantillon pourra permettre de comparer leurs situations, analyser leurs trajectoires et les changements de moyens d'existence opérés entre ces deux périodes (Mainguy *et al.*, 2014 ; Valbuena *et al.*, 2015). Contrairement à la pauvreté, la situation de vulnérabilité des ménages est inobservable à l'instant t et son évaluation revient à faire des analyses prospectives (Chaudhuri *et al.*, 2002). Dans cette étude, les résultats ne représentant les situations futures uniquement que si les aléas se produisent. Enfin, la prise en compte des conséquences des chocs a été limitée aux impacts sur les revenus. Une autre perspective d'étude serait d'élargir ces impacts pour intégrer la perte de capitaux (maisons et autres) que peut engendrer une inondation par exemple afin d'améliorer l'évaluation de l'indice du risque associé.

En somme, ce chapitre a permis de montrer que les irrigants en plus d'avoir une situation globale de pauvreté significativement peu différente des ménages pluviaux, sont exposés à plus de risques qui les rendent très vulnérables à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire. Cette forte vulnérabilité des irrigants résulte à la fois de la multiplicité des risques du système irrigué, de la faible diversification de leur production qui est essentiellement basée sur le riz paddy, et de la faiblesse de leurs ressources d'adaptation. Les difficultés d'écoulement du paddy sont l'un des plus importants risques et seront analysées en détail dans le chapitre suivant dans le but de rechercher des solutions visant à améliorer la situation.

Chapitre 7. Diagnostic de la filière riz et analyse des contraintes et opportunités de réduction des risques de commercialisation

1. Introduction

L'objectif de ce chapitre est l'analyser les contraintes qui entravent la commercialisation du paddy de Bagré et d'identifier des solutions qui permettraient de les réduire. Pour ce faire, un diagnostic approfondi de la chaîne de valeur riz a été réalisé. La chaîne de valeur d'un produit donné se réfère à son système de production, de transformation et de vente, du producteur au consommateur (Nederlof et Pyburn, 2012). Les acteurs (agriculteurs, commerçants, grossistes, transformateurs, détaillants, consommateurs), qui composent cette chaîne sont reliés par des flux de produits, de finances, d'informations et de services (Nederlof et Pyburn, 2012). Pour parvenir à notre objectif, une revue documentaire et des interviews ont d'abord été réalisées auprès des principaux acteurs de la filière riz (ménages, institutions de crédit et transformateurs), afin de diagnostiquer les problèmes. Ensuite, deux outils (diagramme de causalité et analyse du système) ont été mobilisés pour rendre compte des résultats dans le cadre d'un atelier multi-acteurs, dont le but était de valider le diagnostic et de rechercher des solutions. La partie 2 du chapitre revient en détail sur cette méthodologie (collecte des données et outils d'analyse), la partie 3 présente les résultats (chaîne de valeur, difficultés de vente du riz et solutions d'innovation), et la partie 4 discute et conclut le chapitre.

2. Collecte des données et outils d'analyse

2.1. Entretiens et revue documentaire

Cette première étape avait pour but de mieux comprendre la situation de la filière riz au niveau national et à Bagré, et d'identifier les goulots d'étranglement à l'origine de la hausse des risques de commercialisation identifiés dans le chapitre 6. Ces entretiens réalisés (décembre 2017) avec les principaux acteurs de la filière font suite aux résultats des enquêtes ménages (janvier 2017) et des ateliers participatifs (novembre et décembre 2017) qui ont révélé ces difficultés d'écoulement du paddy. Deux types d'acteurs ont été enquêtés : des représentants locaux d'institutions de crédit et des usines de transformation.

- Institutions de crédit : les représentants des deux principales institutions de crédit (Coris Bank et la Caisse populaire) implantées localement ont été interviewés individuellement, pour collecter des informations sur le fonctionnement des systèmes de crédit et des mécanismes de financement. Les questions se référaient aux modalités d'accès au crédit (types, garanties,

montants maximaux, taux d'intérêt, échéances, délais de traitement des dossiers, etc.), les difficultés rencontrées à leur niveau (déremboursements, montants perdus, sanctions appliquées à ceux qui ne paient pas, etc.). Nous leur avons également demandé de nous expliquer leurs analyses des problèmes rencontrés en amont par les petits paysans.

- Usines locales de transformation : les promoteurs de 10 petites unités de décorticage et de 2 grandes usines (UDIRBA et le Centre d'étuvage) ont été interviewés individuellement pour recueillir des informations sur le fonctionnement de leurs activités et les difficultés rencontrées en liens avec celles évoquées par les riziculteurs situés en amont. Les questions renvoyaient principalement à la capacité de transformation, les stocks invendus, les principaux clients et fournisseurs, les relations avec les producteurs, les prix de vente du riz décortiqué et d'achat du paddy, les problèmes majeurs rencontrés (accès au crédit, vente du riz transformé, dette, etc.).

Une revue bibliographique a été réalisée en complément des interviews afin d'approfondir les analyses et notamment de collecter des informations sur certains acteurs comme les consommateurs, qui n'avaient pas été interviewés. Les données et documents secondaires ont été collectés dans différents départements ministériels que sont l'agriculture, le commerce, l'institut national de la statistique, le projet riz pluvial (PRP) et la chambre de commerce.

2.2. Outils d'analyse et atelier multi-acteurs

La première étape a permis de réaliser un diagnostic de la filière et d'identifier les contraintes techniques et institutionnelles qui génèrent les risques à l'origine des difficultés d'écoulement du paddy des petits producteurs de Bagré. Les deux outils (cadre du système d'innovation) mobilisés pour rendre compte des résultats du diagnostic et rechercher des solutions en collaboration avec les acteurs concernés, sont le diagramme de causalité des problèmes et l'analyse du système des acteurs et des caractéristiques de la chaîne de valeur. Ces outils peuvent être utilisés pour analyser des situations complexes, notamment dans des cas où les causes d'un problème persistant ne sont pas clairement identifiées, les acteurs ne se font pas confiance et ne coopèrent pas assez, etc. (van Mierlo *et al.*, 2010b). Ce qui justifie notre choix de ces deux outils d'analyse pour le cas de Bagré.

2.2.1. Diagramme de causalité et analyse du système

Le diagramme de causalité ou arbre à problèmes (Figure 41) est un instrument qui sert concrètement à représenter une problématique complexe en identifiant et en reliant graphiquement le problème central de ses causes sous-jacentes et de ses conséquences (Leeuwis, 2004). En d'autres termes, il permet de schématiser un problème systémique, en faisant apparaitre les différentes ramifications du système. Le but de la réalisation de ce graphique est d'établir les relations de causalité entre les contraintes, étape après étape, afin d'aboutir à l'identification des causes premières « root causes »

du problème central (Doumbia *et al.*, 2012). Dans cette étude, le problème central est « la difficulté à vendre le paddy ». Nous avons construit le diagramme à partir des résultats du diagnostic établi à travers les interviews et la revue documentaire (van Mierlo *et al.*, 2010b ; Doumbia *et al.*, 2012). Le processus d'élaboration a commencé par l'inscription du problème central. Ensuite, dans la deuxième étape, nous posons la question qu'est-ce qui cause ce problème ? Ceci permet d'identifier les causes directes sous-jacentes. Nous posons dans la troisième étape cette même question, permettant ainsi d'identifier les causes sous-jacentes à celles de la deuxième étape et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il n'y en ait plus (voir van Mierlo et al. (2010b) pour une description détaillée).

L'analyse du système permet d'identifier les goulots d'étranglement qui entravent son évolution vers un système durable, ainsi que les opportunités de sa transformation (van Mierlo *et al.*, 2010a). Cette analyse permet d'identifier d'un côté, les acteurs et contraintes qui inhibent le système et de l'autre, les acteurs et facteurs positifs qui facilitent son bon fonctionnement (van Mierlo *et al.*, 2010b). Dans cette étude, nous avons élaboré[87] le système de la chaîne de valeur du riz de Bagré, et ensuite, nous l'avons présenté aux acteurs concernés lors d'un atelier multi-acteurs afin qu'ils le valident et proposent des solutions applicables permettant de surmonter les contraintes qui entravent la vente du paddy (van Mierlo et al., 2010b). Le système est une matrice (Tableau 44) composée en lignes des acteurs de la chaîne de valeur du riz et en colonnes des caractéristiques du système (voir van Mierlo et al. (2010b) pour une description complète). D'abord, la matrice a été construite en énumérant les principaux acteurs et les caractéristiques du système.

Types d'acteurs de la chaîne de valeur, inclus dans le système (en colonnes)

- Petits producteurs de riz paddy sur le périmètre irrigué,
- Fournisseurs de crédit installés localement (Coris Bank et Caisse Populaire (microcrédit)),
- Transformateurs du paddy (petites unités, grandes usines et Centre d'étuvage),
- Commerçants du riz paddy et transformé (collecteurs, acheteurs locaux et étrangers),
- Consommateurs aux niveaux local et national,
- Bagrépôle, institution en charge des attributions foncières et de la gestion du périmètre,
- SONAGESS, institution étatique et plus gros client du paddy transformé à Bagré,
- Régulateurs et pouvoirs publics qui votent les lois, les taxes douanières, etc.

Caractéristiques du système de la chaîne de valeur (en lignes)

- Connaissances (techniques agricoles, techniques de transformation, etc.),
- Infrastructures (eau, canaux d'irrigation, équipements, machines de décorticage, etc.),

[87] Le système peut être élaboré soit par le chercheur et ensuite présenté aux acteurs, soit au cours de l'atelier participatif (van Mierlo *et al.*, 2010b). Nous avons choisi la première option par contrainte de temps.

- Institutions formelles (lois, cahier des charges, fixations de prix, bureaucraties),
- Institutions informelles (règles non écrites entre acteurs, normes, valeurs, etc.),
- Interactions des acteurs (riziculteurs, fournisseurs, commerçants, Bagrépôle),
- Structure du marché (monopole, oligopole, offre, demande).

Ensuite, les contraintes liées au fonctionnement de la chaîne de valeur ont été inventoriées. Pour chacune d'elles, on détermine à quel acteur et caractéristique du système elle est liée, ensuite on la place dans la cellule correspondante de la matrice. On répète l'opération pour les facteurs positifs. Le résultat est une photographie de la situation de la filière sous forme matricielle permettant de visualiser tous les problèmes ainsi que les opportunités de la chaîne de valeur (Tableau 44). L'objectif est de permettre aux acteurs de proposer eux-mêmes des solutions (faisables) aux problèmes identités. La matrice a été présentée lors d'un atelier multi-acteurs réunissant la majorité des acteurs du système.

2.2.2. Déroulement de l'atelier multi-acteurs

Un atelier multi-acteurs a été organisé le 15 janvier 2019 pour rendre compte de l'analyse du système que nous avons réalisée, afin de mettre les résultats en débat avec la population pour sa validation et pour la recherche de solutions aux contraintes les plus importantes. 22 participants ont assisté à la présentation (Annexe 7), parmi lesquels 21 des 23 invités et un acteur non invité. Nous avons sélectionné ces personnes pour représenter chaque type d'acteurs en nous basant sur la considération et le respect que les autres ont d'elles, leur capacité reconnue à discuter et à prendre la parole en public, et leur leadership. Chaque acteur sélectionné a été visité quelques jours avant l'atelier pour lui expliquer les motifs et l'objectif de la rencontre et ainsi le motiver à participer. L'atelier s'est déroulé comme suit :

L'objectif et les raisons de l'atelier ont été rappelés avant de commencer à expliquer la matrice des acteurs et des caractéristiques. Elle a été reproduite sur un papier avec en colonne, les acteurs du système et en ligne ses caractéristiques. Le tableau était vide au départ et s'est rempli au fur et à mesure de l'avancement de la présentation. Les barrières du système ont été d'abord placées une à une à l'endroit indiqué et expliquées. Une fois terminé, j'ai demandé aux participants de commenter la représentation de la situation, s'ils pensaient que toutes les contraintes avaient été énumérées, ou s'il en manquait d'autres à ajouter. L'opération a été répétée pour l'affichage des facteurs positifs du système. Cela a permis d'avoir une représentation de la situation validée par les acteurs et visualisable sur un tableau. Face à la multiplicité des contraintes, il a été demandé aux participants de choisir celles prioritaires sur lesquelles ils aimeraient entreprendre des actions ou proposer des solutions. Un post-it de couleur jaune a été utilisé pour afficher le premier problème prioritaire de chaque participant. L'opération a été répétée pour le second problème prioritaire avec un post-it

vert. Pour l'ensemble des participants, le problème avec le plus de post-it jaunes a été considéré comme priorité 1 et celui avec le plus de post-it verts priorité 2. Enfin, il a été demandé aux participants de proposer maintenant leurs solutions. Chaque solution proposée, a été débattue quant à sa possibilité de mise en œuvre et aussi la personne qui en prendra la responsabilité.

3. Chaîne de valeur, difficultés de commercialisation du riz et solutions d'innovation

3.1. Chaîne de valeur du riz de Bagré et mode de financement

La culture du riz paddy à Bagré coûte chère et requiert des investissements importants en liquidité. Beaucoup de riziculteurs au début de chaque saison doivent emprunter de l'argent pour acheter les intrants et payer les contractuels saisonniers pour les opérations rizicoles (labour, hersage, etc.). Ils ont 6 mois comme la durée de la saison rizicole pour rembourser le crédit. La Figure 39 montre comment fonctionne la chaîne de valeur du riz de Bagré ainsi que son mode de financement. Les producteurs de paddy sont au nombre de 3100 environ. Pour financer l'activité rizicole, ils obtiennent le crédit principalement de deux institutions, dont les flux financiers sont représentés par les flèches jaunes.

- Union des producteurs : elle fournit directement les intrants à ses membres. Le mécanisme est représenté par les flèches jaunes pointillées. En début de saison, chaque producteur informe l'Union de la quantité d'engrais qu'il souhaiterait acquérir. Ensuite, l'Union évalue le montant en espèces nécessaire pour acheter la quantité totale d'intrants demandée par les paysans, et informe la Banque (demande espèces). Cette dernière vire l'argent aux fournisseurs (liquidité) qui sont chargés à leur tour, de livrer les engrais aux paysans via l'Union (intrants).
- Caisse populaire : elle octroie directement du crédit monétaire aux riziculteurs (espèces pour intrants). Ils doivent former un groupe d'une dizaine de personnes pour emprunter le montant dont ils ont besoin pour acheter les intrants sous la garantie de la caution solidaire. C'est-à-dire qu'en cas de défaut de paiement d'un des leurs, les autres s'engagent à rembourser la totalité de son crédit. Chacun doit créditer sur son compte une contribution personnelle de 5% du montant emprunté.

Le paddy récolté par les riziculteurs est destiné (flèches bleues), pour 20% à l'autoconsommation, 60% aux usines locales de transformation (décorticage ou étuvage et vente), 10% aux collecteurs de paddy qui viennent d'autres régions et des pays voisins, et 10% aux marchés locaux, dont les principaux acheteurs sont des femmes (transformation et vente). Pour le paddy destiné aux transformateurs, il y a deux flux à savoir celui direct et celui qui passe par l'Union des producteurs qui n'est autre que le remboursement du crédit intrants prêté par la banque. Pour cela, en fin de saison, l'Union est chargée de collecter le paddy (équivalent au montant monétaire plus l'intérêt)

auprès de chaque paysan et de le remettre aux transformateurs (flèche violet, paddy). Ces derniers ont pour rôle de transformer le paddy, le vendre et payer le montant du crédit (des producteurs) à la banque (flèche violet, rembourser).

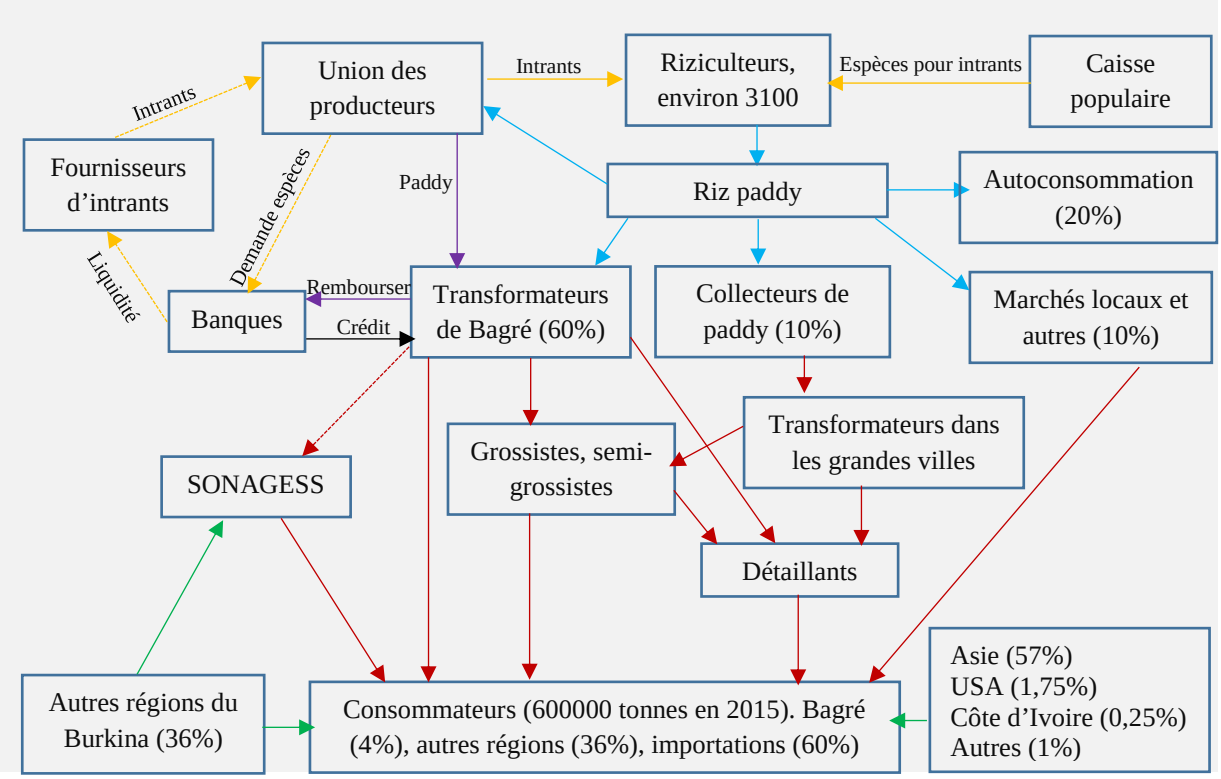


Figure 39 : Chaîne de valeur du riz de Bagré et son mode de financement
NB (flèches) : Bleues (destination du paddy), rouges (provenance du riz de Bagré consommé par les consommateurs), vertes (autres sources du riz consommé au niveau national) (*source : auteur*)

Les transformateurs (usines locales) sont le principal circuit de vente du riz paddy. Pour financer leurs activités, ces promoteurs empruntent principalement leur crédit à la Banque (Coris Bank, dont une agence est installée sur place) (flèche noire, crédit). Le crédit fourni aux transformateurs est de trois types :

- L'avance sur marché : c'est un crédit octroyé à un transformateur qui a reçu une commande et détient déjà le contrat de livraison. Le client du riz blanc doit être une structure crédible (État, PAM, ONG, etc.). L'objectif est de mettre l'usinier dans de bonnes conditions pour financer son activité de transformation (achats de paddy, emballages, fonds de roulement, etc.) et livrer la commande dans les délais. Le contrat de livraison sert de garantie car la banque est sûre que le riz transformé va être vendu rapidement.
- L'avance sur facture : elle est liée au premier type de crédit. Lorsque le transformateur livre son riz blanc à son client à crédit, comme c'est souvent le cas, il sera incapable de rembourser son crédit bancaire à échéance. Dans ce cas, la banque pourrait lui octroyer un nouveau crédit pour qu'il continue son activité de transformation. Mais, il paiera toujours des intérêts et des pénalités

dès qu'il dépasse l'échéance de remboursement du premier crédit. Cela contribue à augmenter le coût du crédit et donc les charges de transformation.

- Le crédit campagne : il est accordé à chaque client de la banque remplissant les conditions standards de garantie (crédibilité, rentabilité, capacité à rembourser). Ce crédit permet au transformateur d'acheter le paddy aux riziculteurs au moment des récoltes. Cependant, il est inaccessible aux petites unités dont les capacités sont faibles, et en plus sont peu crédibles. La seule manière pour ces petits promoteurs d'obtenir du crédit, c'est d'avoir un contrat de livraison comme expliqué au-dessus (avance sur marché).

Ces transformateurs locaux vendent leur riz principalement à la SONAGESS (société d'État) qui est le plus gros client du riz décortiqué et étuvé de Bagré (flèche rouge pointillée). Cette société est en charge de la gestion des stocks de sécurité alimentaire nationale. Elle achète les céréales en périodes de récoltes et les revend en période de soudure à bas prix. Elle fournit des contrats de livraison aux transformateurs leur permettant d'acquérir du crédit à la banque mais, en même temps, elle ne paie pas très tôt les commandes qu'elle reçoit. Le riz transformé de Bagré est vendu aussi à des grossistes et semi-grossistes, à des détaillants et directement aux consommateurs, surtout locaux (flèches rouges). Certaines quantités de paddy passent par les transformateurs dans les grandes villes avant d'arriver aux consommateurs au niveau national.

Le riz de Bagré (4% de la consommation nationale en 2015, et 9% de la production nationale), une fois mis sur le marché national doit faire face à la concurrence du riz local provenant des autres régions du pays (36%) et du riz importé (60%) (flèches vertes). Pour le niveau local, le riz burkinabè en dehors de la région du Centre-Est (y compris Bagré), provient principalement de 3 régions qui ont contribué à 40% de la production annuelle nationale de riz en 2016 (INSD, 2017). Si l'on prend en compte celle de la région du Centre-Est, les quatre régions ont contribué pour environ deux tiers à la production la même année. Sur ces régions sont localisés les principaux périmètres irrigués du pays tels que la vallée du Kou (région des Hauts-Bassins), la vallée de Sourou (région de la Boucle du Mouhoun), le périmètre de Bazon et celui de Douna. La concurrence des importations provient principalement de l'Asie, soit 380000 tonnes en 2015, dont 55% de la Thaïlande, 23% de l'Inde, 8% du Pakistan et 5% de la Birmanie (Direction des douanes, 2017). Les importations importantes sont une réponse à la hausse croissante de la consommation, soit 8,3% par an entre 2003 et 2016 (Figure 7 C). Ces importations sont taxées d'environ 13,5% ad valorem au titre du tarif extérieur commun de l'UEMOA. Mais, les taxes ont été supprimées entre 2008 et 2013 comme mesure à court terme pour limiter la flambée des prix des céréales et faire face aux émeutes de la faim. Les exportations de riz représentent une part très marginale, soit en moyenne 0,5% de la production annuelle entre 2003 et 2016 (Direction des douanes, 2017). Face à cette concurrence et en raison

d'autres facteurs (mentionnés ci-dessous), les riziculteurs de la zone de Bagré font face à des difficultés d'écoulement de leur paddy, entraînant des vulnérabilités importantes à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire.

3.2. Causes premières des difficultés à écouler le paddy de Bagré

Le diagramme de causalité identifie 5 causes premières à l'origine des difficultés de vente du riz paddy de Bagré (Figure 41) : la faiblesse du capital financier des riziculteurs pour investir dans les équipements (insécurité économique), le manque de collaboration, d'interaction et de confiance entre les producteurs, le faible capital financier des unités artisanales, la lourdeur administrative de l'État dans le paiement des factures et la faible compétitivité du riz local (Bagré).

L'une des causes profondes est la faiblesse du capital financier des riziculteurs (Figure 41). Comme démontré dans le chapitre 5, 70% des ménages sont en insécurité économique en année moyenne, et sont donc incapables de dégager un surplus suffisant pour réinvestir dans l'exploitation familiale. Ce qui explique la faiblesse des outils de travail possédés. Environ 40% des riziculteurs n'ont pas de bœufs de trait et 70% n'ont pas d'herses, pourtant essentiels pour travailler les rizières. La faiblesse des équipements conduit à des retards sur le calendrier cultural et à des imprécisions sur la date de disponibilité du riz paddy. Cela entrave l'établissement de contrats de vente du paddy avec les acheteurs. Pour les transformateurs, il est difficile d'établir des contrats de vente car ils n'auront pas le paddy à la date qu'ils souhaitent pour le décortiquer : « Tu prends du crédit et tu programmes qu'en novembre tu auras du riz paddy pour décortiquer, livrer et rembourser ton crédit. Mais en novembre, les paysans n'ont pas de récolte et donc tu es bloqué à attendre le paddy. Pendant ce temps, tu as des pénalités au niveau de la banque et des retards qui ne font qu'augmenter le coût de ton crédit » (usinier, déc. 2017). De même, les acheteurs étrangers ne viennent pas régulièrement du fait des incertitudes qui existent sur les dates de disponibilités du paddy.

Le manque de collaboration, d'interaction, et de confiance entre les riziculteurs et les dirigeants de leur Union est une autre cause profonde des difficultés à écouler le paddy (Figure 41). L'absence de confiance et de collaboration fait qu'il n'y a pas de stratégie de vente collective. Les riziculteurs ne s'associent pas pour faire bloc et imposer le respect du prix du paddy par les acheteurs. Ils ont peu de pouvoir de négociation car chacun isolé vend son riz à qui il veut, sans concertation avec ses homologues. Certains sont même prêts à céder à celui qui achète par exemple au comptant même si c'est à bas prix. L'absence de collaboration, conjuguée avec la faiblesse des équipements entraînent des négligences et un manque de rigueur de la part de certains dans le respect des itinéraires techniques (suppressions de certaines opérations culturales, mélange de semences, etc.). Le riz paddy produit est souvent de mauvaise qualité (mélange de plusieurs variétés, paddy humide, décoloré, etc.), et donc difficile à vendre aux transformateurs car il est difficile à décortiquer et à

vendre. Par exemple, un paddy trop humide se noircit lorsqu'il est stocké et se brise trop lors du processus de décorticage rendant sa commercialisation très difficile pour les usiniers. De même, un paddy mélangé, lorsqu'il est décortiqué et vendu, le consommateur qui l'achète sera déçu, car il y aura un problème de cuisson. Certains grains de riz seront cuits à moitié pendant que d'autres ne seront pas cuits, parce que les variétés n'ont pas les mêmes temps de préparation.

Une autre cause est le manque de capital financier des transformateurs pour acheter des machines performantes afin d'améliorer la qualité du riz décortiqué (Figure 41). L'enquête réalisée auprès des rizeries a montré que 60% d'entre elles ont un équipement incomplet. Elles n'ont pas de tamiseur, la machine qui permet de séparer le riz décortiqué de ses cailloux, impuretés et brisures afin d'avoir du riz long grain. L'équipement est aussi indisponible et son offre est réduite. Le riz blanc qui sort de ces machines est de faible qualité (humidité, impuretés, cailloux) et difficile à écouler rapidement notamment face à la concurrence du riz importé. Lorsque la production ne se vend pas vite, les promoteurs basculent dans des difficultés liées au remboursement du crédit, et à la gestion de la trésorerie. Il en résulte des coûts trop importants du crédit (pénalités + intérêts) à supporter et des pertes de confiance de la part des banques dont le résultat est la réduction de l'octroi de nouveau crédit, mettant ainsi les vendeurs de paddy (riziculteurs) également en difficultés.

La plupart des transformateurs vendent une partie importante de leur riz à crédit à la SONAGESS. C'est leur plus gros et plus fidèle client : la société peut acheter tout le riz proposé (Tableau 42). Elle peut aussi conclure des contrats qui servent de garanties pour les transformateurs afin d'emprunter du crédit à la banque. « Pour écouler la totalité de notre riz étuvé, nous sommes obligées de le vendre à notre plus gros client qu'est la SONAGESS. En plus, c'est un client fidèle même si on a des délais de paiement trop longs » (responsable étuveuses, déc. 2017). Cependant, la lourdeur des démarches administratives, entraîne des décaissements tardifs des paiements aux transformateurs (Figure 41). Le retard peut atteindre souvent 6 mois (Tableau 42). Par conséquent, ces derniers éprouvent des difficultés pour rembourser leur crédit à la banque dans les délais (Figure 41). Même si la banque permet à un transformateur dans cette situation d'obtenir un nouveau crédit, celui-ci paiera plus d'intérêts et de pénalités que prévu. L'incapacité à respecter les échéances entraîne une perte de confiance et une méfiance de la part des banques qui augmentent leurs exigences en matière d'octroi de crédit. En réduisant l'accès au crédit, les transformateurs manquent de liquidité pour acheter le paddy au comptant. De même, les pénalités générées par l'irrespect des échéances, augmentent le coût du crédit et réduisent la marge nette des transformateurs. Certains sont contraints de fermer pour cause de déficits importants de trésorerie et de faillites (mêmes si d'autres nouvelles rizeries sont apparues, 70% de celles qui existaient avant 2015, sont fermées). Il en résulte une réduction des débouchés locaux pour le paddy. En cas de difficultés d'écoulement,

le paddy vendu aux rizeries locales ne représente qu'environ 30% au lieu de 60%. Dans ce cas, les autres acheteurs (collecteurs et acheteurs des marchés locaux) sont peu nombreux et il y a plus d'offres de paddy pour eux. Ils sont donc en position de force et négocient des prix plus bas.

Tableau 42 : Principaux acheteurs du riz paddy transformé (décortiqué et étuvé) à Bagré

	Grossistes	**SONAGESS (État)**
Prix (FCFA/tonne)	330000 à 340000 (négociation)	320000 à 330000 (prix fixé par l'acheteur)
Fidélité	Il n'y a aucun contrat et ils viennent aléatoirement	Client fidèle qui peut octroyer des contrats et acheter tout le paddy transformé
Coûts de transaction	0	10000 FCFA/tonne (coûts de transport) plus procédures et enregistrements de factures
Taxes	0	3% des ventes
Délais de paiement	1 à 2 mois après	Jusqu'à 6 mois après

Source : enquêtes de terrain, 2017

Enfin, la dernière cause profonde des problèmes de vente du riz de Bagré et en général du riz local du Burkina Faso, est liée à son indisponibilité toute l'année pour fidéliser les clients consommateurs, sa faible marge à la vente pour les détaillants, son faible gonflement à la cuisson qui le rend plus cher que le riz importé (plus sec), et l'insuffisance d'informations sur les emballages de vente (Figure 41). Une étude conduite sur 1300 ménages dans les 13 régions du pays par MAAH (2017a), a montré que le choix du riz par les consommateurs est principalement basé sur son goût, son gonflement à la cuisson, sa propreté et son prix. Pour ces ménages, le prix élevé, le faible gonflement à la cuisson, la faible disponibilité, la mauvaise qualité et les difficultés de cuisson sont les critères qui entravent la commercialisation du riz local (MAAH, 2017a).

Le faible gonflement à la cuisson du riz local et de Bagré le rend plus cher que le riz importé. Le prix du riz local entre 2000 et 2015 a évolué en dessous du prix du riz importé (Figure 40). Les deux prix sont très corrélés (coefficient de corrélation = 0,94). En 2008, la crise alimentaire a entraîné une hausse du prix du riz local de 30% alors que celui du riz importé a augmenté de 40%. Le prix relatif (prix local/prix importé) est de 0,85 en moyenne au cours de cette période. Ce qui signifie que le prix du riz local est 15% plus bas que celui du riz importé. En revanche, le riz local est humide et est mis sur les marchés quelques mois après les récoltes alors que le riz importé est très sec car récolté il y a plusieurs années. Ce dernier est très apprécié car il absorbe plus d'eau à la cuisson et gonfle plus que le riz local. Les consommateurs préfèrent acheter le riz importé afin de satisfaire leurs besoins familiaux à moindre coût, et les restaurateurs, ont pour but de faire plus de profit avec un riz, qui gonfle beaucoup à la cuisson. Le riz importé à la cuisson augmente en moyenne d'environ 25% à 30% plus que le riz local (Rogers, 2012). Pour avoir la même quantité de riz cuit, le consommateur doit donc acheter 30% de riz local en plus que de riz importé. Cela signifie qu'1 kg de riz importé = 1,3 kg de riz local. Donc le prix relatif devient 1,105 (1,3*0,85). Ce qui implique que le riz local revient 10% plus cher dû à son taux d'humidité plus élevé.

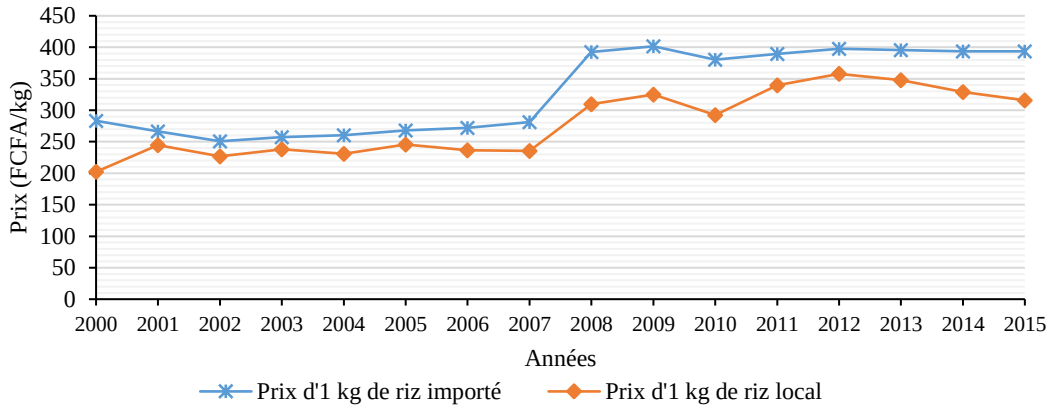


Figure 40 : Evolution des prix moyens du riz local (13 marchés) et du riz importé (20 marchés) au Burkina Faso de 2000 à 2015.
Source : auteur à partir des données (SONAGESS, 2013, 2015).

Le riz local (Bagré) est peu disponible sur les marchés de consommation et génère de faible marge pour les détaillants. Environ 53% des consommateurs achètent le riz local chez les détaillants, dans les marchés locaux où ils ont l'habitude de réaliser leurs achats (MAAH, 2017a). Cependant, le riz local n'est pas disponible à tout moment entravant ainsi sa commercialisation. Les détaillants, comme les grossistes, vendent à la fois le riz local et le riz importé. Selon les détaillants, le riz importé est plus rapide et plus facile à écouler que le riz local car sa demande est importante et les clients sont fidèles au type de riz qu'ils consomment. Pour entretenir les relations clients, ces commerçants leur proposent le riz (importé) qu'ils sont sûrs d'avoir en stock à tout moment de l'année. En outre, la vente du riz importé génère plus de bénéfice que la vente du riz local en raison du volume des ventes et de l'importance de la marge unitaire. Cette marge pour 1 kg de riz de Bagré vendu est de 10 FCFA pour les grossistes et de 21 FCFA pour les détaillants, soit au total 31 FCFA (Annexe 32). Cela est environ 3 fois moins que la marge obtenue par ces deux acteurs sur 1 kg de riz importé vendu, soit 95 FCFA en 2012 et 98 FCFA en 2013 (Annexe 33). La chaîne de valeur du riz local (Bagré) est composée de plusieurs intermédiaires (riziculteurs, transformateurs, collecteurs, grossistes, détaillants), entraînant une hausse des coûts à tous les niveaux et donc des marges très faibles. En revanche, le riz importé comporte peu d'intermédiaires (importateurs, grossistes, détaillants) (voir Annexe 34) et il arrive au port moins cher (128502 FCFA/t en 2012 et 130669 FCFA/t en 2013 (Annexe 33)). Même avec les droits de douanes (13,5%) et les coûts de transport, le riz importé arrive chez les grossistes à Ouagadougou moins cher que le riz local (285000 à 300000 FCFA/t contre 330000 FCFA/t pour le riz de Bagré) (Annexe 32 ; Annexe 33).

Il existe peu d'informations détaillées sur les emballages de vente du riz de Bagré et du riz local en général. Une diversité de variétés de riz local est offerte aux consommateurs (Hema, 2013), mais il manque de descriptions précises sur les emballages permettant de les distinguer. Le peu d'informations qu'il y a sur les emballages est le site de production (par exemple « Riz de Bagré »).

Cela pose des problèmes de marketing car à l'intérieur d'un seul site de production comme Bagré, il y a plusieurs variétés cultivées et chacune d'elles a ses propres caractéristiques et modalités de cuisson (Tableau 43). Par exemple, le TS2 et le Nerica 60 de Bagré n'ont pas les mêmes goûts ni les mêmes facilités de cuisson. De même, le TS2 de Bagré a une cuisson difficile alors que celui de Niassan, pourrit vite après cuisson. Sans des indications précises, les ménages sont perdus lorsqu'ils achètent le riz local, parce qu'ils ne savent pas quelle variété se trouve dans le sac et comment la cuire. De même, les stocks changent à chaque fois et un consommateur peut tomber sur une bonne variété aujourd'hui, il revient un mois après pour en acheter et il ne trouve plus. En revanche, pour le riz importé, les informations sont précises (variétés, origines, etc.) et les prix diffèrent selon les variétés. Les consommateurs savent que plus ils veulent une bonne qualité de riz importé, plus ils paieront cher. Pour le riz local, il n'existe pas de distinction de prix entre les variétés.

Tableau 43 : Variétés du riz local étuvé (8 centres d'étuvage)

Variétés	**Qualités** (goût, grain, couleur)	**Défauts** (préparation)
Bagré		
TS2	Bon goût	Cuisson difficile
Nerica 60	Grain homogène	Pas assez bon goût
FKR19	Couleur attirant	Pas assez bon goût
D'autres périmètres		
TS2 (Niassan)	Collant, bon goût	Pourrit vite après cuisson
Nerica 56 (Karfiguéla)	Gonfle bien	Pas assez bon goût
Nerica 62 (Bama)	Bon goût, facile à cuisiner	Faible rendement grain
Nerica 60 (Mogtédo)	Grain mince, joli, bon goût	Faible rendement grain

Source :(Hema, 2013)

Tous ces facteurs analysés ci-dessus rendent le riz local peu compétitif par rapport au riz importé et donc difficile à écouler rapidement (Figure 41). Cela entraîne des difficultés pour les transformateurs à rembourser leur crédit à échéance et donc à respecter leurs engagements auprès des banques. Ce qui conduit à des achats à crédit du riz paddy pour faute de renouvellement du crédit par la banque, ou tout simplement à la fermeture de l'usine pour déficits de trésorerie et de dettes.

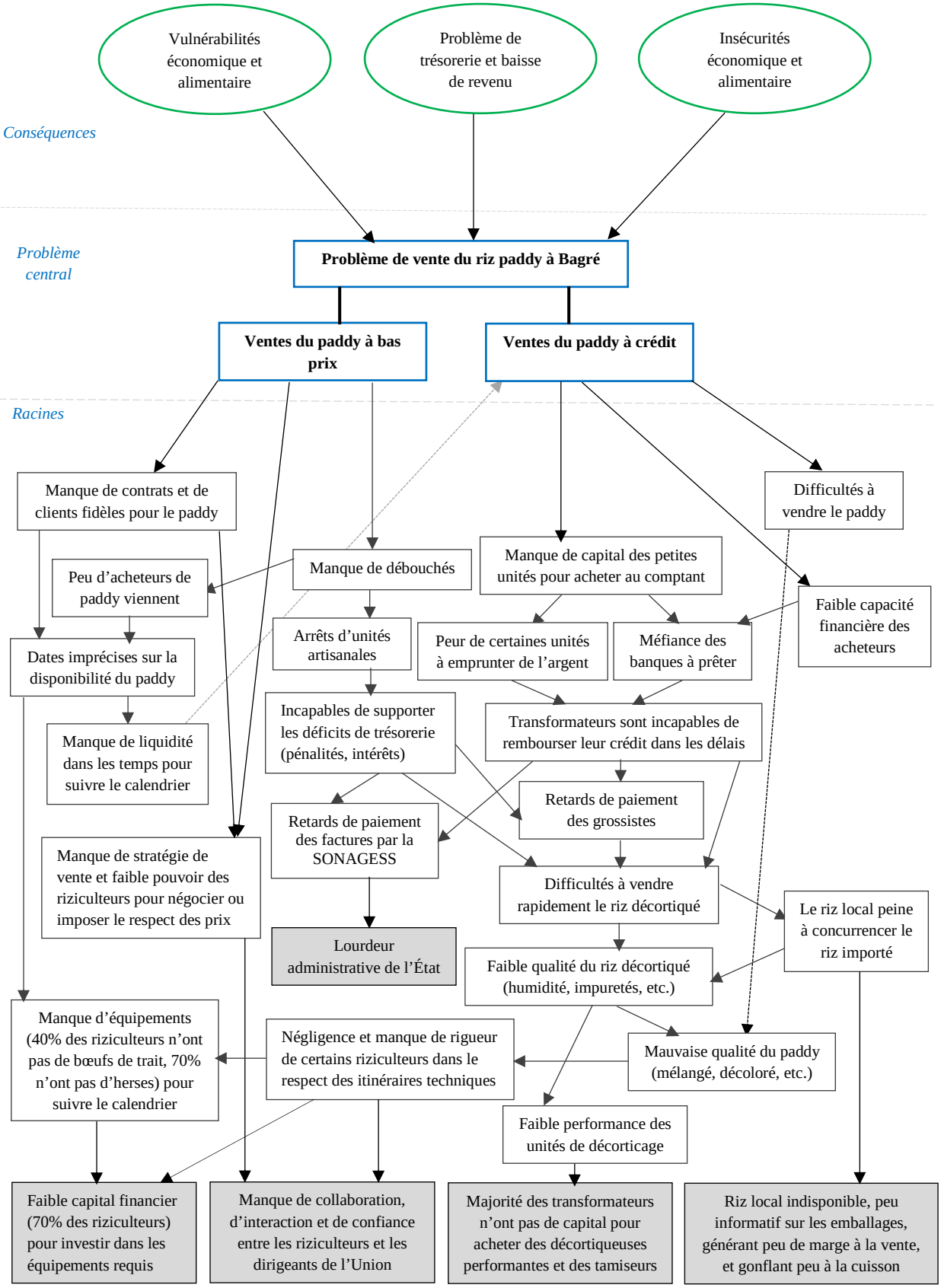


Figure 41 : Diagramme de causalité de la filière riz de Bagré
Les cases colorées sont les causes premières ou profondes identifiées (racines de l'arbre). Les flèches sortantes indiquent les causes sous-jacentes de chaque problème. Le graphique peut être lu du haut vers le bas et inversement (*source : auteur à base des interviews*)

3.3. Facteurs et acteurs qui entravent la vente du paddy

L'analyse de la matrice du système de commercialisation du riz paddy de Bagré, validée par les acteurs lors de l'atelier multi-acteurs est présentée dans le Tableau 44. De cette réunion, ont émergé des contraintes supplémentaires que nous n'avions pas identifiées, permettant ainsi d'affiner la représentation de la situation. Par exemple, selon les acteurs, la lourdeur administrative ne concerne pas uniquement le paiement des factures, mais aussi l'émission des contrats qui servent de garanties aux usiniers pour acquérir le crédit. De même, les usines ne manquent pas seulement de décortiqueuses performantes mais aussi de tamiseurs. Les paysans ont décidé aussi d'ajouter le manque de connaissance sur la gestion et la formation d'une coopérative. Pour les facteurs positifs, il a été ajouté les prestations de service proposées par Bagrépôle pour atténuer les effets liés au manque d'équipements des paysans, même si ces services restent très insuffisants au regard de la demande qui est exprimée chaque campagne rizicole. Les contraintes du système ont été regroupées en 4 clusters en leur attribuant chacun, un terme collectif expliquant l'ensemble des problèmes qu'il contient (van Mierlo *et al.*, 2010b). Ces clusters sont également liés aux causes premières identifiées à l'aide du diagramme de causalité (Figure 41).

Le manque de capital financier associe trois acteurs que sont les paysans, les transformateurs et les institutions de crédit (Tableau 44). Comme expliqué dans la chaîne de valeur, l'accès au crédit intrants est facilité à travers l'Union ou la caution solidaire. Les paysans n'ont donc pas besoin de remplir les conditions standards pour y accéder. De même, pour leurs besoins de fonds de roulement, les usiniers ont accès à l'avance sur marché dès qu'ils ont un contrat de livraison. En revanche, ces mécanismes ne s'appliquent pas pour l'achat d'équipements pourtant indispensables pour les riziculteurs et les promoteurs de rizeries. Les conditions d'octroi du crédit pour les équipements sont plus exigeantes (équipements, hypothèque, etc.). Ce qui est paradoxale car pour accéder au crédit pour acheter des équipements, il faut déjà en posséder. L'une des opportunités pour surmonter la contrainte d'équipements des paysans, est les prestations de service proposées par Bagrépôle à travers le labour des champs avec les tracteurs.

Les acteurs de la chaîne de valeur ont peu de confiance les uns envers les autres en raison des problèmes comportementaux de certains d'entre eux (Tableau 44). Ce cluster associe 4 acteurs de la chaîne que sont les riziculteurs, les financiers, les usiniers et les commerçants. Les banques sont maintenant méfiantes à octroyer du crédit du fait des défauts de remboursement et des retards sur les échéances de paiement. Dans les ententes informelles entre paysans et commerçants, ces derniers ne respectent pas leurs promesses sur les dates de paiement quand ils achètent le paddy à crédit. Certains petits producteurs ont même eu des mésaventures avec des acheteurs, qui ont disparu avec les marchandises et ne sont plus revenus sur le périmètre. Entre les paysans eux-mêmes, il n'y a pas

de confiance et de respect des règles établies. Ils collaborent peu dans la vente du paddy et ne font pas confiance à tous les dirigeants de l'Union. Cette dernière traîne une dette qui a évolué selon son président de 64 millions de FCFA en 2015 à 101 millions de FCFA en 2017. Cela est dû à l'insolvabilité de certains membres, mais aussi à des taux d'intérêt élevés (11%) et à des pénalités qui s'accumulent mois après mois. Certains paysans jugent le dispositif du crédit à travers l'Union trop cher par rapport au système par la caution solidaire, car il y a beaucoup d'intermédiaires (banque, Union, transformateurs). C'est cela qui a entraîné les déremboursements et l'endettement de l'institution.

Le riz de Bagré (et en général le riz local) est peu compétitif par rapport au riz importé (Tableau 44). Ce cluster associe les consommateurs et les vendeurs de riz. On pourra également associer les paysans et les transformateurs à travers les problèmes de qualité du produit mais cela renvoie à d'autres causes sous-jacentes comme expliqué à l'aide de la Figure 41. La consommation du riz au Burkina Faso est en nette augmentation chaque année (8,3% par an entre 2003 et 2016 Figure 7 C), en raison de la croissance démographique et du changement des habitudes de consommation. Mais cela profite plutôt au riz importé au détriment de la production locale.

Enfin, la chaîne de valeur du riz souffre d'un problème de gouvernance de l'État (Tableau 44). Ce dernier est un débouché important pour le riz local à travers les achats de la SONAGESS. Il a également lancé récemment la promotion du riz local via les achats du ministère de l'éducation nationale (écoles), des hôpitaux, des camps militaires, etc. Cependant, les retards dans l'émission des bons de livraison et dans le paiement des factures contribuent à augmenter les risques de commercialisation du riz sur le périmètre de Bagré. Également, l'État fixe un prix plancher[88] du riz paddy en concertation avec les agriculteurs, interdisant une vente en deçà, mais ne met pas en place un mécanisme de contrôle pour le respect de ce prix. Du coup, certains acheteurs font leur loi devant les paysans en difficultés et en manque de liquidité.

Les clusters prioritaires sur lesquels, les acteurs ont décidé de proposer des solutions et des plans d'action étaient le manque de capital financier et le problème comportemental. Cependant, comme le problème de vente du paddy est systémique, certaines propositions touchent également d'autres barrières du système.

[88] Depuis 2008, l'État est intervenu en 2009 et en 2014 pour contrôler les prix du marché (en fixant un prix plancher de vente du paddy bord champ et un prix plafond à la consommation du riz) dans l'objectif de protéger les agriculteurs et d'assurer la sécurité alimentaire des ménages. En 2014, lors d'un forum national, le prix plancher a été fixé à 150 FCFA/kg pour le riz paddy et le prix plafond à la consommation à 380 FCFA/kg (Bila, 2015). Tout d'abord, les acteurs évaluent le coût total/kg le long de la chaîne de valeur en additionnant tous les coûts supplémentaires, des rizières jusqu'aux détaillants. Le coût le plus élevé (de la production de riz au champ), parmi les régions est le point de départ pour évaluer le coût total. Ensuite, la marge totale est évaluée et partagée entre les acteurs. Enfin, le prix plancher est égal au coût le plus élevé plus la marge unitaire allouée aux agriculteurs.

Tableau 44 : Analyse du système (les barrières qui entravent la commercialisation du riz de Bagré et les facteurs positifs qui contribuent à améliorer la chaîne de valeur)

Acteurs **Caractéristiques du système**	Riziculteurs de Bagré	Fournisseurs de crédit (Caisse populaire, Coris Bank)	Transformateurs de riz paddy à Bagré	Vendeurs de riz paddy et transformé	Consommateurs	Bagrépôle (État)	SONAGESS (État)	Régulateurs et contrôleurs publics (Gouvernement)
Connaissances (technique agricole, technique de transformation du paddy, etc.)	Manque de savoir sur la gestion et les règles d'une coopérative		Bonne connaissance des étuveuses sur le processus de transformation			Formation rizicole fournie à chaque riziculteur		
Infrastructures: (eau, canaux d'irrigation, routes, communication, crédit, équipements agricoles, machines de décorticage, etc.)	Manque d'équipements agricoles (bœufs de trait, herses, etc.)	Accès limité au crédit équipements (charrues, herses, décortiqueuses, etc.) Accès facilité au crédit intrants à travers l'Union ou la caution solidaire	Manque de décortiqueuses performantes et surtout de tamiseurs **Manque de capital financier**			Disponibilité de l'eau toute l'année pour l'irrigation et prestations de service (labour)	**Problème de gouvernance**	
Institutions formelles (lois, cahier des charges, prix, bureaucraties)							Bureaucraties qui retardent le paiement des factures et aussi l'émission des contrats	Absence de contrôle du prix plancher du riz paddy fixé par l'État
Institutions informelles (règles non écrites, normes, valeurs, etc.)	Faibles collaboration et stratégie dans la vente du riz paddy			Collecteurs de paddy ne respectent pas les délais de paiement aux riziculteurs				
Interactions des acteurs (riziculteurs, fournisseurs, commerçants, Bagrépôle)	Manque de confiance entre les producteurs et les dirigeants de leur Union	Manque de confiance entre les banques et les transformateurs semi-artisanaux		**Méfiance et problème comportemental**				
Structure du marché (monopole, oligopole, offre, demande)			**Faible compétitivité**	Pour les commerçants, la vente du riz local génère moins de profit que la vente du riz importé à cause des coûts intermédiaires élevés.	Consommateurs préfèrent le riz importé pour sa propreté, son gonflement à la cuisson et sa disponibilité Consommation du riz augmente chaque année dans le pays		SONAGESS est un débouché important pour le riz décortiqué et contribue à booster la demande à Bagré	L'État a lancé la promotion du riz local (achats pour les écoles, hôpitaux, camps, etc.) contribuant à la hausse de la demande.

NB : les cases noires décrivent les barrières qui entravent la commercialisation du riz local et les cases vertes sont les facteurs positifs pour une meilleure vente du riz. *Source : atelier multi-acteurs*

3.4. Solutions d'innovation proposées pour surmonter les contraintes

Une fois le système des contraintes validé (Tableau 44), les acteurs ont été invités à réfléchir pour proposer des solutions à mettre en œuvre et des actions à entreprendre dans l'objectif de surmonter les contraintes et ainsi réduire les risques liés à la commercialisation du paddy. Ces propositions étaient les suivantes.

3.4.1. Solutions pour surmonter le manque d'équipements

Le manque d'équipements lié à la faiblesse du capital financier des paysans et des transformateurs est une cause profonde du problème de vente du riz (Figure 41). Les paysans reconnaissent que pour le moment, ils ne sont pas bien organisés et n'ont pas assez de ressources financières pour acquérir eux-mêmes des outils de travail (motoculteurs, tracteurs, etc.). Les solutions qui ont émergé des participants sont basées sur la hausse et l'amélioration de l'offre de service.

✓ Favoriser l'installation d'autres prestataires pour augmenter l'offre

Bagrépôle propose déjà des services payants, qui consistent à réaliser, par des tracteurs, les opérations de labour, d'hersage, et de planage, mais cette offre est inférieure à la demande compte tenu de l'insuffisance du nombre de tracteurs. Cela entraîne souvent un décalage entre la période où le paysan demande ces services et le moment où ils sont disponibles. La première solution proposée est de favoriser l'installation d'autres prestataires pour augmenter l'offre et ainsi répondre à la demande sur le périmètre. Cela consiste pour Bagrépôle à lancer un appel d'offre pour faire venir ou recruter d'autres prestataires de service ayant déjà leurs équipements pour réaliser les opérations culturales. L'avantage est qu'il y a déjà une demande potentielle importante sur le périmètre, notamment les 3080 ha anciens en mode paysannat et plus de 2000 ha supplémentaires qui devaient être mis en exploitation à partir de juillet 2019. De plus, selon le représentant de Bagrépôle, ces types de structures prestataires existent parce que certaines étaient déjà venues une ou deux fois, proposer leurs services à Bagrépôle pour augmenter l'offre de prestation de labour. Il reste à les inciter à s'installer définitivement à Bagré, en leur proposant quelques formations sur le travail de labour, la maintenance des machines, afin de rendre leur travail efficace. Ces prestataires peuvent aussi mécaniser les opérations de post-récolte (récolte, le battage et le vannage). Les leaders de l'Union ont pris l'initiative de proposer cette solution à Bagrépôle.

✓ Optimiser les trajets et améliorer la maintenance des tracteurs

Pour le service déjà existant, une solution d'amélioration est d'optimiser les trajets par des systèmes d'ordonnancement. Les paysans peuvent se constituer en groupe selon la situation géographique de leurs parcelles rizicoles, pour faire une demande collective de prestation. Dans un bloc donné de

parcelles, si la liste des demandeurs est prête, ils feront une programmation pour que le tracteur vienne réaliser toutes les opérations de toutes les parcelles en une fois. Cela permet d'éviter des va-et-vient pour labourer une ou deux parcelles et ainsi réduire le temps et les déplacements. Également, il faut améliorer la maintenance pour réduire l'indisponibilité. Un service devrait être mis en place avec un personnel qualifié pour gérer les pannes afin de réduire les délais de réparation. Il devrait aussi contrôler que les dispositions à prendre pour venir déposer le matériel sont correctement exécutées (nettoyage, lubrification, etc.). Présentement, ces choses ne sont pas faites correctement et cela entraîne fréquemment des pannes réduisant ainsi le nombre de tracteurs disponibles.

✓ S'associer pour commander les machines de décorticage

Le manque de décortiqueuses performantes et surtout de tamiseurs est lié au capital financier des promoteurs, mais aussi à l'absence de fournisseurs crédibles auprès desquels les acteurs pourront acquérir l'équipement. Depuis le départ de la coopération taïwanaise, il n'y a plus de vendeurs des machines taïwanaises. Cependant, la Chine a pris le relais et a ramené de nouvelles machines. Le représentant[89] « mécanisation » du projet riz pluvial (PRP), propose aux promoteurs de se mettre en groupe pour effectuer les commandes afin que le PRP puisse faire venir les machines depuis la Chine, si celles-ci ne sont pas disponibles sur place au Burkina Faso. Les avantages sont l'assurance d'avoir des machines de bonne qualité. Les équipements sont testés avant d'être vendus alors que si un acteur commande lui-même de la Chine ou via un commerçant, il y a des risques d'avoir des machines de mauvaise qualité. Des bonnes notices d'explication en français sont également jointes pour faciliter l'utilisation des appareils. Également, en passant par cette structure étatique (PRP), ces promoteurs ont l'opportunité de bénéficier de prix subventionnés qui peuvent aller jusqu'à moins 50% du prix du marché. D'où, cette proposition de commande groupée (association) car les subventions ne sont plus ouvertes aux achats individuels en raison des fraudes constatées : des commerçants se déguisaient en transformateurs pour acquérir les machines aux prix subventionnés afin de les revendre ensuite sur le marché.

En plus de cette solution, un autre transformateur ayant acquis récemment des machines neuves proposerait d'accompagner dans leurs démarches d'acquisition ceux qui le désirent à travers le même fournisseur. Pour cela, il devrait d'abord procéder au test de qualité avant d'ouvrir la voie à d'autres achats. Les gens sont réticents car ils ne seraient pas sûrs d'avoir le bon équipement, ni de savoir comment l'utiliser s'ils le commandent depuis la Chine. Enfin, la dernière proposition est

[89] Ce dernier n'était pas présent lors de l'atelier. J'ai effectué un entretien et une visite dans la structure, ce qui a permis de trouver des informations supplémentaires sur les opportunités d'accès à moindre coût aux équipements de transformation. Ces informations ont été transmises aux rizeries.

d'encourager et de mieux organiser la sous-traitance dans le domaine de la transformation. Les promoteurs qui n'ont pas de bons tamiseurs pourraient sous-traiter avec les grandes usines qui sont mieux équipées ou avec les petites unités ayant les bonnes machines. Une fois leur riz décortiqué, ils le transmettent à l'usine qui sera chargée d'enlever les impuretés, les cailloux et les brisures, avant la mise en sac et la vente.

3.4.2. Propositions pour surmonter le manque de confiance et le problème comportemental des acteurs

✓ Etendre le système de crédit solidaire à des petites coopératives

Cette proposition permettrait de surmonter plusieurs contraintes. La mise en place de petites coopératives de 20 à 30 riziculteurs permettrait de rétablir une confiance et une collaboration entre ces paysans car ces groupements se feront selon les affinités de chacun. Ensuite, il s'agira d'étendre le système de crédit solidaire à l'achat du riz paddy au sein de ces petites coopératives. Le mécanisme serait que chaque coopérative emprunterait à la banque pour financer à la fois, les intrants de ses membres et aussi leur acheter le paddy qu'ils récolteront. Cela permettrait aux producteurs d'éviter les ventes à crédit et de pouvoir commencer une nouvelle saison rizicole. La coopérative sera chargée de vendre le paddy afin de rembourser le crédit de ses membres à la banque. Elle aura 6 mois devant elle pour négocier les ventes avant la sortie d'une nouvelle production. Elle pourra céder le paddy à un transformateur qui le décortiquera pour le vendre et rembourser le montant équivalent à la banque. L'avantage de cette proposition est que les institutions de crédit sont disposées à financer les coopératives pour l'achat du paddy, comme elles le font déjà pour les intrants avec la caution solidaire. De même, la mise en place de coopératives est devenue une obligation réglementaire, et cela va inciter les paysans à entreprendre l'action rapidement. Pour créer sa coopérative, chaque groupe devra suivre une formation pour comprendre son fonctionnement et ses règles. Elle est dispensée par la Maison de l'Entreprise qui est sur place à Bagré et partenaire du pôle de croissance. Elle finance à 80% les frais de formation et les formés prennent les 20% à leur charge. La plupart du temps, les formations sont gratuites car les formateurs se contentent uniquement des 80% payés par la Maison de l'Entreprise et ne réclament pas les 20% aux producteurs. Enfin, un président d'une coopérative de 35 personnes qui fonctionne bien et qui accède aisément au crédit propose de leur partager son expérience et d'accompagner ceux qui souhaiteraient aussi s'organiser ainsi.

✓ Se faire acheter le paddy par la banque.

Une autre opportunité de financement pour les transformateurs est de se faire acheter le paddy par la banque (Coris Bank). Lorsque les récoltes approchent, le transformateur estimera le montant en valeur du paddy qu'il désire décortiquer (par exemple, lorsqu'il a des promesses de contrats de

livraison de riz blanc). La banque débloquera l'argent et achètera le paddy qu'elle stockera dans son propre magasin. Le promoteur n'aura accès au paddy que dès qu'il a un contrat de livraison. Dans ce cas, la banque lui fournira le paddy équivalent pour qu'il décortique et livre. Ainsi, chaque quantité décortiquée sera aussitôt vendue. Dès que l'argent est viré dans le compte du transformateur, la banque prélèvera son crédit et ses intérêts et les bénéfices reviendront à son client. Le processus se fera ainsi jusqu'à l'épuisement du stock de paddy. Pour le directeur de la banque, quand tout est fait normalement, la confiance se réinstallera entre son institution et le promoteur de rizerie. Ce mécanisme permettrait de résoudre plusieurs problèmes : le paddy étant acheté au comptant aux petits producteurs, le transformateur n'aura plus besoin de crédit et donc peu de procédures administratives à effectuer. Les pénalités seront évitées car il n'y aura pas de crédit de manière formelle, et donc pas d'échéance de remboursement. Enfin, même si les contrats de livraison arrivaient en retard, cela n'impacterait pas l'activité des petits producteurs car le riz paddy sera acheté au comptant. La banque a déjà testé ce système avec quelques clients et peut l'étendre à d'autres promoteurs. Cependant, elle considère que ces derniers doivent être sérieux, et posséder un savoir-faire en matière de transformation pour éviter les risques de non écoulement du stock de paddy.

3.4.3. Propositions pour surmonter la lenteur administrative[90] dans l'émission des contrats

Les propositions ci-dessous sont destinées également à surmonter d'autres contraintes du système. D'abord, concernant les retards liés à l'émission des contrats de livraison, les acteurs ainsi que le directeur[91] commercial de la SONAGESS s'accordent pour anticiper les démarches. La durée estimée pour les démarches administratives est d'environ 2 mois. Un mois est requis pour avoir le contrat de livraison (émission et enregistrement aux impôts) et la banque a besoin d'un mois pour instruire le dossier de l'emprunteur. Chaque promoteur est invité à estimer, 3 mois avant les récoltes de la campagne rizicole, la quantité potentielle de paddy qu'il pourra décortiquer et livrer selon la capacité de sa rizerie (par exemple si l'usinier estime pouvoir livrer 100 tonnes, il peut demander le contrat équivalent). Une fois ces références transmises à la SONAGESS, celle-ci s'engagera avec l'appui de son directeur à émettre le contrat au transformateur pour qu'il puisse le déposer aux impôts pour les procédures d'enregistrement. Il aura en ce moment une marge de 2 mois pour

[90] Pour le directeur commercial de la SONAGESS, cette lenteur est liée à plusieurs facteurs. Il y a trop de factures à traiter pour une seule personne, qui est tout le temps, surchargée de travail. Cela est amplifié par les erreurs d'enregistrement fréquentes sur les factures qui ralentissent le processus. Certains paiements passent par le trésor public où la procédure peut traîner. Les démarches pour tester la qualité du riz pour voir si cela répond aux normes recommandées (il faut prélever un échantillon pour vérifier que le riz est recevable).

[91] Ce dernier n'était pas présent lors de l'atelier mais a été interviewé quelques jours après l'atelier. Ses propositions allaient dans le sens de celles des acteurs et il a donné son accord pour recevoir une délégation.

obtenir le crédit. Pour le directeur, s'ils mettent en place ce système de planning, cela pourrait améliorer la situation. Cette proposition est aussi validée par les transformateurs et les paysans. Elle pourrait aussi réduire les achats à crédit du paddy parce que, les transformateurs auront déjà de la liquidité au moment des récoltes.

Pour la lenteur administrative dans le paiement des factures, deux propositions ont été faites pour améliorer la situation. Premièrement, le réajustement des dates de paiement marquées sur les factures pour qu'elles correspondent à la durée réelle que cela prend, c'est-à-dire 6 mois. Il y a un décalage entre ce qui est marqué et ce qui est appliqué en pratique. Alors que la banque se base sur ces dates pour fixer les échéances de remboursement. L'objectif n'est pas tant de réduire le délai de décaissement de la part de l'État, mais d'éviter les pénalités et les pertes de confiance de la part de la banque pour non-respect des échéances. Deuxièmement, chaque personne qui a une facture en attente de paiement à la SONAGESS, pourrait suivre régulièrement l'évolution du traitement de son dossier en appelant une fois par semaine ou passer voir dès que possible. Cela permettrait d'éviter que son dossier traîne pour cause d'erreurs d'enregistrement.

4. Discussion et conclusion

L'objectif de ce chapitre était d'identifier d'un côté, les contraintes techniques, institutionnelles et organisationnelles qui entravent la vente du riz paddy de Bagré et de l'autre, les solutions envisageables permettant de surmonter ces barrières. Pour ce faire, un diagnostic approfondi a été réalisé sur la chaîne de valeur du riz. La méthode d'analyse est composée d'abord, d'une revue documentaire et des interviews auprès des principaux acteurs de la filière riz, afin de diagnostiquer les problèmes. Ensuite, deux outils (diagramme de causalité et analyse du système) ont été mobilisés pour rendre compte des résultats à travers un atelier multi-acteurs, dont le but était de valider le diagnostic et de rechercher des solutions.

Les résultats ont montré que plusieurs contraintes systémiques imbriquées les unes aux autres sont à l'origine des difficultés d'écoulement du paddy du petit producteur de Bagré. Cinq causes profondes ont été identifiées : (i) le manque de capital financier des riziculteurs pour acquérir des équipements, (ii) le manque de collaboration et de confiance entre les paysans, (iii) la lenteur administrative dans le paiement des factures par l'État, (iv) le manque de capital financier des transformateurs pour acheter des machines performantes, et (v) la faible compétitivité du riz local compte tenu de son faible gonflement à la cuisson, son indisponibilité toute l'année sur les marchés de consommation, sa faible marge à la vente pour les détaillants, et le manque d'informations précises sur les emballages. Plusieurs propositions ont été réalisées par les acteurs de la chaîne, dans le but de faire face à ces différentes barrières qui entravent la bonne commercialisation du riz de Bagré.

- Faire venir des prestataires de service et améliorer ceux existants, afin d'augmenter l'offre de prestation (labour, hersage, etc.). L'objectif est de surmonter le manque d'équipements des petits producteurs.
- S'associer (transformateurs) pour commander les machines de décorticage et les tamiseurs avec l'appui du projet riz pluvial (PRP), afin de pouvoir bénéficier d'équipements de bonne qualité et subventionnés. L'objectif est d'améliorer le processus de décorticage pour obtenir du riz blanc de bonne qualité et facile à écouler.
- Mettre en place de petites coopératives de 20 à 30 riziculteurs et étendre le système de crédit solidaire à l'achat du paddy. L'objectif est de rétablir une confiance et une collaboration entre les paysans et de réduire les ventes à crédit du paddy.
- Développer un partenariat entre la banque et le transformateur pour l'achat et le stockage du paddy. Cela permettra à ce dernier d'éviter les démarches pour l'accès au crédit. Il pourra décortiquer son riz dès qu'il aura un contrat de livraison. L'objectif est d'éviter les achats du paddy à crédit par manque de liquidité et d'éviter les déremboursements et les pénalités, permettant ainsi de rétablir la confiance entre ces 2 acteurs.
- Mettre en place un système d'anticipation pour débuter les démarches administratives d'accès aux contrats de livraison et au crédit, 3 mois avant les récoltes afin de permettre aux usiniers d'avoir de la liquidité dans les temps. L'objectif est de réduire les problèmes de la bureaucratie.

Limites et perspectives

La méthode d'analyse a plusieurs avantages. Les instruments mobilisés ont servi à schématiser en quelques pages, les principaux éléments d'un problème complexe et systémique. Les différents acteurs concernés ont pu interagir ensemble pour affiner le diagnostic des contraintes de la chaîne de valeur du riz, et proposer par le biais d'une réflexion collective des solutions permettant de surmonter certaines difficultés. Cependant, la méthode comporte des limites qu'il convient de souligner. Tous les acteurs de la chaîne n'étaient pas représentés lors de l'atelier multi-acteurs. Notamment, les représentants des pouvoirs publics en charge des régulations (fixation des prix, des taxes sur les importations, des subventions, etc.), les commerçants étrangers, et le directeur de la SONAGESS, même si ce dernier a été interviewé ensuite et a validé les propositions de solutions impliquant son institution. Pour améliorer les résultats, la recherche aurait pu se poursuivre par l'organisation d'un dernier atelier avec les pouvoirs publics pour discuter des problèmes (manque de contrôle des prix planchers fixés, concurrence du riz importé qui est relativement moins coûteux que le riz local pour le consommateur et rapporte plus de marge aux vendeurs) pour lesquels aucune proposition de solution n'a été discutée lors du premier atelier. Ainsi, cet atelier avec les politiques servirait à rechercher des solutions aux problèmes de compétitivité mais aussi à la lenteur

administrative dans les décaissements des fonds destinés à payer les factures de l'État. Enfin, les actions et propositions adoptées par les acteurs nécessitent un suivi après l'atelier pour évaluer leurs mises en œuvre et les changements qu'elles ont entraînés.

Conclusion générale et perspectives

1. Question de recherche, hypothèses et méthodologie

La question générale à laquelle cette thèse a tenté de répondre était « comment la pauvreté, l'insécurité alimentaire et la vulnérabilité des ménages sont-elles impactées par le périmètre irrigué ? ». Afin de contribuer à répondre à cette question, le cas du périmètre irrigué de Bagré et sa contribution à la réduction de la pauvreté, de l'insécurité alimentaire et de la vulnérabilité des ménages bénéficiaires, et à l'amélioration de l'autonomie alimentaire rizicole du Burkina Faso ont été analysés en détail. Plus spécifiquement, nous avons d'abord cherché à évaluer l'état de la pauvreté, de l'insécurité économique et de l'insécurité alimentaire de différents ménages types du périmètre (irrigants) et de la zone pluviale alentour (pluviaux), à analyser les mécanismes à l'œuvre ayant abouti à la situation observée, et à estimer les trajectoires possibles pour les ménages pluviaux qui seront impactés par les extensions du périmètre. Pour y parvenir, la première hypothèse testée postulait que « la situation des ménages agricoles est très différenciée selon leurs dotations en facteurs (terre, main d'œuvre, équipement et bétail), ce qui engendre des stratégies différentes et explique leur niveau de pauvreté, d'insécurité alimentaire et d'insécurité économique ». Ensuite, l'objectif était d'évaluer la vulnérabilité des ménages à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire et d'identifier les risques les plus importants qui conditionnent cette vulnérabilité. Pour cela, nous avons testé une seconde hypothèse de recherche qui postulait que « l'intégration au système irrigué expose les ménages à d'autres types de risques, ce qui modifie leur vulnérabilité à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire mais ne la réduit pas forcément ». Enfin, nous avons cherché à identifier les contraintes techniques, institutionnelles et organisationnelles à l'origine des difficultés d'écoulement du riz paddy, considérées parmi les risques les plus importants, et à proposer en collaboration avec les ménages, des solutions visant à améliorer la situation.

Pour parvenir à ces objectifs, le cadre d'analyse des moyens d'existence a été mobilisé. Suivant ce cadre, nous avons analysé les dotations en ressources pour chaque ménage type et ce qu'il en extrait pour satisfaire ses besoins afin d'établir un diagnostic de la situation économique et alimentaire. Les ménages types ont été identifiés à travers la réalisation d'une typologie statistique multivariée. Par manque de données historiques notamment avant le barrage, nous avons adopté une approche « avec/sans » consistant à comparer la situation des ménages types irrigants du périmètre à celle des ménages types pluviaux de la zone pluviale alentour, dans le but d'évaluer la contribution du périmètre irrigué. Ces analyses sont basées sur des enquêtes ménages et des ateliers de focus groupes. Des indicateurs de revenu et de consommation ont été estimés et comparés à différents

seuils usuels et définis selon la perception des enquêtés, permettant ainsi d'en déduire leur état de pauvreté, d'insécurité alimentaire et d'insécurité économique. Pour évaluer la vulnérabilité, les risques auxquels sont confrontées les ressources mobilisées ont été identifiés (probabilités d'occurrence, intensités sur la production et sur le prix) à travers une revue de littérature et des ateliers participatifs. Nous avons déterminé ensuite la part des ressources soumise à chacun de ces risques, et l'impact de ces derniers sur le revenu et sur la consommation, ce qui permet d'évaluer le degré d'exposition du ménage et sa vulnérabilité à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire. Les risques ont été ensuite hiérarchisés et comparés à la perception de la population, permettant d'identifier les difficultés d'écoulement du riz, comme parmi les risques les plus importants dans la zone. Enfin, les causes de ces problèmes de vente du riz ont été analysées à travers un atelier multi-acteurs afin de rechercher des solutions visant à améliorer la situation.

2. Principaux apports de nos recherches

Les analyses ont permis d'identifier une diversité de types contrastés de ménages agricoles dans la zone de Bagré, dont l'hétérogénéité est expliquée principalement par la dotation en capitaux, l'accès à l'irrigation et les revenus des activités à l'extérieur des exploitations agricoles familiales.

Sur le plan microéconomique, la contribution du périmètre de Bagré est mitigée. La pauvreté demeure importante sur le périmètre et touche plus de la moitié des ménages, soit à un niveau quasi similaire à celui dans la zone pluviale alentour. Seulement, près d'un tiers (30%) des ménages en zone irriguée s'en sortent (sont en sécurité économique) grâce notamment à l'accès important aux emplois non agricoles et à des productivités agricoles élevées. En zone pluviale, ceux qui s'en sortent sont plus d'un tiers (36%) en raison d'un accès élevé à la terre et aux emplois non agricoles. En revanche, grâce à la hausse de la production rizicole, la mise en place de l'irrigation a permis d'améliorer la sécurité alimentaire pour l'ensemble des ménages du périmètre, même si celle-ci reste fragile pour les plus pauvres qui sont à la limite de la norme de consommation. Contrairement au niveau national où une personne sur cinq souffrait de faim en 2016 (FAO, 2016), chez les ménages enquêtés irrigants comme pluviaux, la prévalence de sous-alimentation était nulle à la même période. Cependant, l'incapacité pour certains ménages à autofinancer les charges en riziculture irriguée (insécurité économique) pourrait compromettre leur production future en absence de crédit et impacter leur sécurité alimentaire. La faible ampleur sur la réduction de la pauvreté est liée à des facteurs négatifs et contreproductifs générés par la mise en place du système irrigué. Ces facteurs, qui piègent les ménages dans le cercle vicieux de la pauvreté, sont plusieurs :

Poids de la contrainte foncière : l'analyse des mécanismes à l'œuvre a mis en évidence des difficultés d'accès à la terre et des conflits fonciers dans la zone. Les ménages sont contraints de cultiver sur de petites surfaces agricoles en raison de la pression foncière engendrée par la venue

des migrants et par la perspective d'attribution des terres à l'agrobusiness. Ce résultat met en lumière l'effet négatif du morcellement des terres familiales dans les grands périmètres irrigués (Coulibaly *et al.*, 2006). Face à la rareté de la terre, des stratégies diverses sont développées par les ménages (location de parcelles de riz irrigué, demandes et prêts de terres) pour accroître leurs surfaces exploitables. Cela pousse surtout les plus aisés à récupérer des ressources foncières et à transférer leur vulnérabilité vers les plus pauvres qui cèdent leurs terres parce qu'ils sont incapables de les mettre en valeur. De même, la taille du foncier attribuée aux petits exploitants agricoles est déterminée à travers un raisonnement théorique basé sur des hypothèses hautes de productivité rizicole, peu réalisable en pratique sur le terrain. Cette vision optimiste est liée aussi à la nécessité de présenter aux bailleurs de fonds des projets d'investissement rentables financièrement et économiquement. L'écart entre les rendements observés et ceux projetés est source d'aggravation de la situation de pauvreté des irrigants. Les simulations sur les trajectoires des pluviaux témoignent du rôle déterminant que joueraient les rendements rizicoles dans l'amélioration de leur situation de pauvreté après leur installation sur le périmètre irrigué. En absence d'assez de terres attribuées et de productivité élevée, les futurs irrigants ne connaîtraient pas des conditions meilleures que celles dans lesquelles ils sont présentement en zone pluviale. Les faibles performances rizicoles observées sur le terrain sont liées à la qualité des sols, aux difficultés d'apprentissage des paysans qui ont du mal à respecter les techniques de production, à leur incapacité à suivre le cahier des charges très contraignant en matière d'investissement et de calendrier d'exécution et à la baisse de la fertilité des sols. D'autant plus que, les projections de productivité rizicole (Bagrépôle, 2012a) faites par l'aménageur n'intègrent pas de scénarios de baisse de rendements dans le temps, alors que des tendances de réduction de la fertilité des terres en raison de l'intensification agricole, sont mises en évidence par Damour (2016) et par la perception des paysans. Cette dégradation des terres liée aux techniques intensives pour pallier à la faiblesse des terres, entraîne également des transferts de vulnérabilité vers les générations futures.

Des créations limitées des emplois non agricoles : le pôle de croissance économique tant attendu peine à décoller. Les effets d'entraînement du périmètre irrigué sur les créations d'emplois notamment non agricoles sont très limités, ce qui explique également la contribution marginale à la réduction de la pauvreté. Jusqu'à présent, le projet irrigué n'a pas réussi à attirer des entreprises capables de stimuler des créations importantes d'emplois. Les difficultés rencontrées (retards des aménagements, capacités financières faibles des promoteurs privés) ont conduit à l'abandon de l'agro-entreprenariat agricole au profit de petits et moyens investisseurs (Daré *et al.*, 2019). Sur le secteur aval des filières, comme la transformation des produits agricoles, les entreprises en place sont pour la plupart de petites unités artisanales peu créatrices d'emplois. En plus, la production agricole est peu diversifiée : en dehors du riz paddy, il n'existe pas d'autres filières agricoles très

développées dans la zone, ce qui est un frein à l'attraction des investisseurs dans la transformation. Enfin, les difficultés de stimulation du pôle de croissance sont aussi liées à un environnement économique globale peu attractif (offre instable d'électricité, insécurité, manque d'hôpitaux, etc.). Pour pallier à cela, les ménages développent des stratégies dont entre autres la pratique d'activités d'auto-emploi comme le commerce et l'artisanat, les migrations temporaires (orpaillage) ou de longue durée vers les villes et à l'étranger.

Une insécurité économique accrue : un autre effet négatif des grands systèmes irrigués que nos recherches ont contribué à mettre en évidence est l'insécurité économique des ménages bénéficiaires. Celle-ci est généralisée à plusieurs systèmes irrigués ouest africains, notamment à l'Office du Niger au Mali (Bélières *et al.*, 2011), dans la vallée du Sénégal (Le Roy *et al.*, 2005) et au Ghana (Dinye, 2013), et nous permet de l'identifier parmi les effets contreproductifs des grands systèmes irrigués. Cette insécurité est engendrée par la mutation systématique des systèmes de production extensifs en cultures intensives, nécessitant des investissements monétaires très coûteux. Les exploitants ont pour la plupart des capacités financières faibles, et ne sont pas préparés à supporter des coûts exorbitants de production. Les raisonnements des modèles théoriques sont souvent basés sur la possibilité des petits producteurs à recourir au crédit à travers notamment des mécanismes de facilitation d'accès (crédit solidaire) ou d'arrangements contractuels avec les organismes de crédit et avec les acheteurs en aval des filières. En pratique, le crédit est difficile d'accès en raison du non-respect des clauses (déremboursements, échéanciers, garanties, pénalités) par les parties prenantes rendant ainsi difficile la mise en exploitation des terres par les paysans. Ces difficultés de financement conduisent certains paysans au non-respect des techniques optimales de production (calendrier et dosage d'inputs requis), entraînant une réduction de la productivité et ainsi de la rentabilité et du revenu. Par ailleurs, lorsque les crédits sont disponibles, les investissements agricoles sont réalisés avec des taux d'intérêts élevés qui grèvent également les revenus. Cette contrainte liée au financement est à l'origine de l'aggravation de la pauvreté et entrave les effets positifs de la mise en place du périmètre irrigué.

Apparition de nouvelles formes de vulnérabilité : l'accès à l'irrigation n'est pas synonyme de réduction de la vulnérabilité économique des ménages irrigants. Les systèmes de production pratiqués ne sont plus directement dépendants de la pluie, mais de nouvelles formes de vulnérabilité apparaissent en raison des risques engendrés par le système irrigué. Outre celui de l'accès aux facteurs de production lié à l'insécurité économique telle qu'expliquée précédemment, le risque en aval des filières agricoles, à savoir la vente du riz est particulièrement important dans le cas de Bagré. En plus des contraintes locales (capacité financière faible des paysans et des transformateurs, manque de coordination des acteurs, lourdeur administrative), c'est surtout la concurrence du riz

importé qui est à l'origine des problèmes de vente. Le riz local peine à s'offrir une place dans l'arène de la compétition imposée par le riz importé. Il plaît peu aux consommateurs (qualité et marketing faibles) et aux revendeurs (marge de vente faible). Face à ces risques, plusieurs stratégies sont développées pour pallier aux mauvaises années, dont principalement les ventes d'animaux, la réduction des repas, l'emprunt bancaire et la recherche d'emplois extra-agricoles qui peut pousser à la migration. Cependant, la pratique de la monoculture riz et la faiblesse des ressources (bétail, emplois non agricoles) ne permettent pas aux ménages irrigants de mieux gérer ou faire face aux risques. Dans les conditions actuelles, le seul intérêt sur le plan microéconomique à produire le riz paddy est la sécurité alimentaire qu'il procure aux petits producteurs parce que ces derniers auto-consomment une partie de la production. Pour les solutions au niveau local, une meilleure coordination et partenariat entre les acteurs, et une amélioration des offres de prestations de service liées aux travaux rizicoles pourraient contribuer à réduire les problèmes liés à la vente du riz, mais une analyse complémentaire au niveau national est nécessaire pour traiter de la question liée à la compétitivité du riz local.

Comparée à la situation mitigée en zone irriguée, celle dans la zone pluviale alentour n'est pas meilleure sur le plan des niveaux de revenu, mais les sources sont beaucoup plus diversifiées, permettant ainsi aux ménages pluviaux de mieux gérer les risques de vulnérabilité économique et alimentaire. Environ deux tiers de ces ménages sont pauvres d'après les critères économiques et aspirent à des conditions de vie meilleures à travers notamment l'amélioration de l'accès aux activités non agricoles et au crédit, le développement de points d'eau pour le maraîchage et l'accès aux équipements. Ils ont aussi d'autres satisfactions dans leur rapport avec la nature qui sont bouleversées par le périmètre irrigué. Dans les conditions actuelles de rendement observé et de compensation foncière, cette situation de pauvreté des ménages pluviaux ne s'améliorerait pas avec les extensions futures. En plus, ils perdraient leurs systèmes diversifiés au profit de la monoculture riz, plus risqué en matière d'accès aux facteurs de production et au marché pour la vente.

Sur le plan macroéconomique, la contribution du périmètre est faible sur la production nationale (moins de 10%) et sur la consommation (moins de 5%) et donc sur la sécurité alimentaire du pays. Cependant, une vision d'ensemble prenant en compte tous les périmètres irrigués du pays permet de relativiser cette conclusion. La riziculture irriguée représente plus de la moitié de la production totale de riz au Burkina Faso. Elle contribue à réduire la dépendance vis-à-vis de l'extérieur qui est passée d'un taux de 80% à 60% ces dix dernières années (le pays importe 60% de sa consommation de riz). Finalement, l'intérêt de continuer à produire le riz s'explique par l'enjeu de souveraineté alimentaire. Face à l'instabilité des marchés internationaux, la volonté de l'État est d'augmenter la production pour assurer une certaine autonomie. La crise alimentaire de 2008 et les émeutes de la

faim ont montré aux États africains qu'il est très risqué de dépendre entièrement des importations pour assurer sa sécurité alimentaire. Avec le contexte de changement climatique, les risques d'approvisionnement sur les marchés internationaux sont de plus en plus importants. Cet enjeu justifie par ailleurs le peu de places accordées aux autres filières agricoles dans ces types de périmètres irrigués.

Apports méthodologiques

La mobilisation de l'approche par les moyens d'existence est efficace pour comprendre la situation économique et alimentaire des ménages étudiés. Elle a permis notamment de considérer plusieurs dimensions de la pauvreté, en analysant d'abord l'accès aux ressources de subsistance, les activités et également les résultats obtenus par les ménages à travers la combinaison de leurs ressources et de leurs stratégies. Enfin, son application nous a conduit à rechercher des solutions aux problèmes pressants dans la zone dans le but de faire avancer la situation des acteurs étudiés.

Par ailleurs, en plus des contributions majeures en matière de résultats sur l'impact des grands périmètres irrigués, cette thèse apporte une originalité méthodologique en combinant la théorie économique à la perception de la population locale. La confrontation des seuils de pauvreté et de sécurité économique préfinis aux seuils estimés par la population a montré surtout l'importance de considérer dans l'approche des besoins essentiels, la capacité des individus à investir dans leurs activités de subsistance. Le calcul du seuil de pauvreté approprié, du moins pour les ménages vivant dans les zones irriguées, devrait donc dépasser les deux composantes (besoins de base alimentaires et non alimentaires) pour intégrer le besoin d'investissement. Ce dernier est capital car il détermine la sécurité alimentaire et la pauvreté de la période suivante. La confrontation des seuils à la perception de la population a permis aussi de renforcer la compréhension de la sécurité alimentaire. La définition par la population d'un seuil de sécurité alimentaire diversifié et variable, montre surtout que les individus qui pratiquent les mêmes types d'activités et donc dépensent les mêmes énergies, nécessiteraient les mêmes quantités de céréales pour satisfaire leurs besoins. Dans ce cas, cela implique que la définition de 203 kg/an ou 2200 kcal/jour pour toute personne adulte pourrait ne pas convenir, notamment en milieu rural. L'analyse par les kcals nous a d'ailleurs permis de comprendre le seuil élevé fixé par les ménages car ces derniers ont des préférences pour les aliments denses en calories, dans le but de pouvoir travailler les champs. Toujours en rapport à cette question alimentaire, la confrontation des méthodes a permis de mettre en évidence une distinction entre la vision macroéconomique de l'aménageur et celle microéconomique des paysans en matière de centralité de l'aliment. Tandis que pour l'État, l'objectif principal est de privilégier plus la monoculture riz pour assurer l'autonomie du pays, pour les personnes bénéficiaires du projet, la préférence est tournée vers la diversification des systèmes de cultures avec l'introduction

notamment du maïs. De même, alors que les contrats rizicoles saisonniers sont considérés par l'aménageur comme des opportunités d'emplois pour accroître le revenu, les populations locales perçoivent ce travail comme difficile et signe de pauvreté. Cela révèle surtout que les emplois auront beau existés en agriculture dans d'autres exploitations agricoles, beaucoup de paysans n'accepteront pas d'être employés par leurs voisins ou homologues riziculteurs. Ces résultats appellent à des analyses détaillées des différents contextes économiques et alimentaires locaux afin d'élaborer des stratégies efficaces de lutte contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire. Enfin, dans la littérature, les variabilités des rendements et des prix restent des risques essentiels en agriculture. Mais, ce ne sont pas les plus importants qui ressortent concrètement pour toutes les populations des deux zones étudiées. En zone pluviale, notre comparaison entre l'importance des risques et les préoccupations des ménages a révélé que pour ces derniers, la priorité est surtout l'amélioration des capacités d'adaptation à travers notamment le développement des emplois non agricoles et des points d'eau pour les cultures maraîchères. Cette perception diffère de celle en zone irriguée où les ménages sont plus préoccupés par les risques en eux-mêmes et par l'accès aux facteurs de production et au marché du riz.

3. Eléments de réflexion et recommandations

Étant donné nos résultats d'analyse, nous constatons finalement que des investissements importants ont été réalisés depuis la création du barrage pour obtenir une réduction marginale de la pauvreté des ménages. Sur les 30 ans, le volet agricole (aménagements des 3380 ha) du projet Bagré a coûté 29,5 milliards de FCFA (45 millions €) (Kabore et Bazin, 2014), soit en moyenne 8 millions de FCFA (13000 €) par hectare. La situation économique des petits producteurs irrigants actuels aurait-elle pu être améliorée ? Qu'en est-il de ceux qui seront installés dans le futur ? Pour répondre à ces questions, nous proposons ici quelques éléments de réflexion et recommandations.

Accroître l'accès au foncier et aux emplois non agricoles

Pour les extensions, nous avons souligné que l'objectif de maintenir le même revenu pour le ménage pluvial avant et après son installation sur le périmètre irrigué n'est pas acceptable pour ceux qui sont déjà pauvres en zone pluviale. La règle de 1 ha irrigué pour 4 ha en pluvial est non-viable et pénalise en plus les ménages qui disposaient déjà de terres en maraîchage étant donné leur valeur ajoutée similaire à celle du riz irrigué. Pour améliorer la situation des futurs irrigants, la compensation devrait plutôt être déterminée pour permettre à la personne affectée et notamment pauvre, de retrouver après son installation dans le projet, un revenu minimum acceptable dans la société (comme par exemple le seuil de sécurité économique de 200000 FCFA/personne/an). Dans ce cas, les terres attribuées seront calculées en fonction de ce seuil et en considérant en plus une

productivité rizicole réalisable, pour permettre aux plus pauvres de vivre mieux. Par exemple, en termes simples, pour un rendement de 3,5 t/ha (moyenne observée), le revenu net (y compris l'autoconsommation) d'un ha de riz après déduction des charges (2,1 t) est de 230000 FCFA/campagne, soit 460000 FCFA l'année. Ce qui revient à attribuer à chaque actif familial au minimum 0,5 ha en irrigué. Une autre option serait 0,25 ha en irrigué et s'assurer que chaque actif conserve 1 ha en zone pluviale (le revenu d'un 1 ha de cultures pluviales céréalières varie entre 100000 et 150000 FCFA/an), mais celle-ci suppose d'avoir déjà plus de terres en zone pluviale. Ce qui n'est pas le cas de tous les ménages de la zone pluviale. En plus de ces terres, il faut ajouter un revenu minimum extra-agricole allant de 135000 FCFA à 170000 FCFA si chaque actif doit nourrir une personne en plus de lui-même.

Pour les 30% des irrigants qui s'en sortent sur le périmètre, chaque actif travailleur exploite au minimum 0,5 ha et dispose au minimum de 73000 FCFA de revenu extra-agricole par an. Pour améliorer la situation des 70% qui sont en difficulté, il faudra impérativement améliorer l'accès au foncier et/ou aux opportunités d'emplois non agricoles pour permettre à chaque actif familial d'atteindre ces seuils minimaux. Cette action suppose aussi de garantir dès le départ l'accès aux facteurs de production (crédit, équipement) pour permettre aux agriculteurs de pouvoir exploiter leurs terres. Ces ménages étant des anciens irrigants, cela suppose de leur consacrer une partie des terres dans les extensions futures. Donc, il faudrait déjà s'assurer que les nouveaux venus (PAP) ont assez de terres avant d'attribuer le reste aux anciens qui n'ont aucun droit sur les extensions. L'autre alternative est le développement des emplois non agricoles. Chaque actif familial payé au salaire minimum (30000 FCFA/mois) améliorerait la situation. Chaque famille dispose d'au minimum 4 actifs, ce qui implique environ 12000 emplois (3100 familles). Cela nous paraît beaucoup pour être réalisé à court terme. Il faudra donc renforcer la formation aux activités d'auto-emploi (au moins 2 actifs/ménage pauvre) et accompagner les acteurs dans l'accès au crédit pour démarrer leurs activités. Des formations sont actuellement offertes par la Maison de l'Entreprise du Burkina Faso à destination des PAP dans le cadre du projet pôle de croissance, mais cela paraît insuffisant. En plus, elles doivent être étendues aux anciens irrigants et ciblées vers les ménages les plus pauvres. Enfin, le développement de la polyculture est une option pour diversifier les activités de transformation, ce qui pourrait stimuler les créations d'emplois.

Développer une filière riz de qualité

Pour la filière rizicole, il est nécessaire de trouver des solutions qui permettront à la production locale et notamment celle de Bagré d'être dans une meilleure condition pour concurrencer les importations. Le riz produit localement doit répondre aux exigences des consommateurs pour que d'une part, ces derniers aient plus envie de l'acheter que le riz importé et de l'autre, les petits

producteurs ne soient pas coincés à produire du paddy uniquement pour survivre alimentairement sans perspectives réelles d'accumulation de richesse.

Parmi les marges de manœuvre pour rendre le riz local compétitif, la taxation des importations pourrait être une option mais cela pourrait se répercuter sur les prix au niveau local aggravant la sécurité alimentaire des consommateurs pauvres, surtout dans les centres urbains. Les incitations doivent donc être tournées vers des subventions à la commercialisation et vers des solutions visant à améliorer la qualité de la production locale. Nous identifions ici quelques pistes pour exploration. La première est de revoir les normes sur la teneur d'humidité du riz. Le séchage du riz local doit être amélioré pour que celui-ci, une fois mis sur le marché, soit dans des conditions similaires au riz importé. L'humidité élevée du riz local est un défaut car elle le rend plus cher que le riz importé. Une solution serait d'exiger un riz local plus sec en fixant un taux d'humidité à respecter beaucoup plus faible que celui requis actuellement qui est de 13%. Cependant, cela implique de développer davantage des techniques de séchage en aval pour accompagner les producteurs. Enfin, lorsque le paddy est très sec, le poids et donc la quantité de vente et les recettes diminuent. Les pertes que subiront probablement les riziculteurs doivent être compensées par une subvention de l'État du différentiel du chiffre d'affaire. La deuxième serait de créer une sorte de label pour les variétés du riz produites dans les différents périmètres irrigués. Le riz local souffre d'une faible stratégie marketing (mélange de variétés, peu d'étiquettes informatives sur le type de riz). Cette action a pour but d'orienter surtout le consommateur vers la fidélisation d'un type particulier de variété. Dans la perspective de la mise en place des petites coopératives engagée dans les périmètres irrigués, l'État peut proposer à chacune d'elles de se spécialiser dans la production d'une ou deux variétés de paddy. Les membres de chaque coopérative développeront au fil du temps un savoir-faire autour du paquet technologique lié à la variété qu'ils auront choisi de cultiver. Chaque variété a des avantages et des inconvénients en matière de durée de cycle, de sensibilité aux ravageurs, d'exigence en matière de fertilisants et de coûts globaux de production. Donc, le prix plancher de vente du riz local négocié lors des forums de discussion devrait être fixé en tenant compte de ces critères et aussi de la qualité du produit comme ce qui se fait avec le riz importé où le prix varie selon les différentes variétés. La fixation de prix différentiels pourrait inciter les acteurs à être rigoureux sur la qualité du riz qu'ils produiront. Par la subvention, la SONAGESS (État) en tant que grand acheteur du riz décortiqué pourrait également proposer des différentiels (variables à la hausse) de prix aux transformateurs en fonction de la qualité du riz décortiqué fourni. La troisième serait de régler le problème général de la mauvaise qualité du riz local. Les deux premières actions doivent s'accompagner par un développement de formations continues chaque année dans le but d'améliorer la qualité du riz le long de la chaîne de production (de la pépinière jusqu'à la transformation et la mise en sac). Il n'existe pas de savoir-faire historique et traditionnel sur la façon

de produire ni de transformer le paddy. Même si les producteurs ont reçu des formations sur la façon de cultiver, les résultats ont montré qu'elles ne sont pas gages de riz de bonne qualité. Le renforcement des conditions de séchage et le tri des variétés fait partie de l'amélioration de la qualité du riz. Les formations pourront être dispensées selon le guide de culture de chaque type de variété et les agriculteurs suivront spécifiquement celles dans lesquelles ils se spécialiseront. Des vérifications de qualité peuvent être faites chaque saison au sein par exemple des coopératives permettant de relever les insuffisances de qualité, les difficultés rencontrées et les parties des itinéraires techniques qui n'ont pas été bien assimilées. Dans ce cas, les formations des années suivantes seront ciblées uniquement vers les points où les riziculteurs ont un écart de connaissance ou n'ont pas pu appliquer correctement la technologie. Cette action pourrait aussi s'appliquer aux petites unités de décorticage dans le cas de la transformation du paddy.

Promouvoir un système mixte de cultures

Le développement de la polyculture paraît une alternative crédible pour améliorer la situation économique des ménages bénéficiaires du projet. Le riz a des problèmes de qualité et d'écoulement. Cette question de la qualité peut-elle être résolue à court terme ? Nous avons tenté par l'atelier multi-acteurs et par les recommandations ci-dessus de proposer des solutions visant à réduire ces difficultés. Cependant, produire un riz de bonne qualité pourrait prendre des années avant que les producteurs n'assimilent un savoir-faire local, même si cela est nécessaire pour ceux qui sont déjà contraints de produire du riz dans les anciens périmètres. Donc, une alternative sera l'introduction d'autres cultures comme le maïs et le maraîchage (oignon, tomate, choux) sur le périmètre en vue de la promotion de la polyculture. La diversification des systèmes de cultures est un souhait exprimé par les personnes affectées par les extensions futures (Daré *et al.*, 2019) et par les ménages irrigants et pluviaux lors de nos ateliers participatifs. C'est une façon pour eux de conserver le système diversifié qu'ils avaient en zone pluviale et de réduire les risques en agriculture. Par exemple, l'introduction du maïs pourrait avoir plusieurs avantages. Il répond aux préférences alimentaires des ménages enquêtés parce qu'il est plus dense en calories. Il offre la possibilité d'exploiter les terres hautes, inaptes au riz (Daré *et al.*, 2019) et qui sont destinées à l'agrobusiness. Le maïs ne requiert pas nécessairement un décorticage avant la consommation et cela pourrait limiter les problèmes de qualité. Cependant, en matière de coûts de production irriguée, les valeurs sont justes légèrement en dessous de celles du riz paddy. Selon les référentiels théoriques, le coût minimum en mode paysannat par campagne d'un hectare s'élève à environ 220000 FCFA pour le maïs et 250000 FCFA pour le riz (Bagrépôle, 2012a). L'introduction de la polyculture, surtout le maraîchage permettra d'avoir une intégration locale plus forte à travers notamment la diversité de la production qu'offrira le périmètre irrigué. Cela pourrait attirer de nouveaux investisseurs dans le secteur aval

de la transformation et stimuler des emplois non agricoles potentiels pour la population. De plus, les agriculteurs maîtrisent déjà les techniques en irrigué pour la production des cultures maraîchères qu'ils pratiquent depuis longtemps. Mais la polyculture pose d'autres questions. Les produits maraîchers sont périssables à très court terme et peuvent entraîner des pertes financières importantes pour les petits paysans en cas de problèmes de mévente. Une étude approfondie de marché doit être menée pour voir concrètement les débouchés potentiels pour écouler les produits et aussi analyser les concurrences étrangères notamment celles des pays côtiers comme le Ghana et le Togo. De même, l'adoption des cultures, comme le maïs soulève une question sur le positionnement politique à faire entre l'échelle macroéconomique où l'objectif de l'État est de s'affranchir de la contrainte internationale en important peu de riz et le niveau microéconomique où les ménages souhaitent diversifier leurs systèmes de production pour réduire les risques et assurer leur sécurité alimentaire.

Pourquoi pas développer plus les petits systèmes irrigués ?

Étant donné, qu'en plus des conflits fonciers et des autres difficultés, l'objectif de stimulation des emplois non agricoles dans les grands périmètres ne marche pas jusqu'à présent, il est préférable de réfléchir à une alternative d'investissement sur des systèmes moins coûteux. Dans le chapitre 2, les chiffres du ministère burkinabé de l'agriculture ont montré que les coûts d'aménagement par hectare en agriculture irriguée étaient plus importants en grands périmètres (7 à 10 millions) comparés aux périmètres moyens (6 à 7 millions) et à la petite irrigation villageoise (0,5 à 1,8 million). Ne serait-il pas rentable de financer des petits périmètres irrigués au détriment des grands périmètres ? Pour cette option, les ménages auront dans chaque village une petite surface autour d'un ha pour les cultures irriguées et garderont quelques terres en pluvial. Les économies réalisées sur les aménagements (au minimum 3 millions/ha) pourraient être affectées à des subventions pendant une période donnée (2 ou 3 ans) des facteurs de production (intrants et équipements) qui sont difficiles d'accès pour les petits paysans des périmètres irrigués.

4. Limites et perspectives de recherche

Les limites de notre travail de recherche ont été évoquées dans les différents chapitres de la deuxième partie de la thèse. Ce sont entre autres, le manque de données historiques au niveau ménage qui nous a amené à adopter une méthode avec/sans pour évaluer la contribution du système irrigué au niveau microéconomique. Le choix des indicateurs d'analyse qui a été limité à la pauvreté monétaire et à la sécurité alimentaire céréalière et énergétique. De même, dans l'analyse de la vulnérabilité, nous nous sommes limités au système socioéconomique. Nous n'avons pas pu intégrer le système socio-écologique et les trajectoires individuelles des ménages enquêtés. En plus des perspectives déjà proposées (voir chapitres 4 à 7) pour pallier à ces limites, nous identifions

dans ces derniers paragraphes ci-dessous d'autres perspectives globales de recherche en marge du prolongement de cette thèse :

Mobiliser les acteurs au niveau national pour traiter des problèmes du riz local : pour la question de la qualité du riz local, notre analyse a été limitée à la recherche de solutions au niveau local (Bagré). Comme nous l'avons évoquée brièvement dans le chapitre 7, et dans une perspective de mise en action des recommandations proposées sur la qualité du riz, il serait intéressant de poursuivre les recherches à travers l'organisation d'un atelier multi-acteurs dans le prolongement de celui réalisé à Bagré, mais dans un cadre national (à Ouagadougou). Les différents acteurs à inviter seront par exemple les membres des trois Unions nationales (riziculteurs, étuveuses, transformateurs), la Maison de l'Entreprise (organisme chargé des formations), les banques financeurs, les représentants de l'association des commerçants de riz et ceux des importateurs, les acteurs politiques (ministères du commerce et de l'agriculture, la SONAGESS), les représentants de quelques grands périmètres irrigués (Bagré, Sourou, Kou) et ceux de la ligue des consommateurs du pays. Le diagnostic des contraintes au niveau national de la vente du riz local pourrait être représenté à travers la forme matricielle développée dans le chapitre 7 et servir de point de départ pour le débat entre les acteurs afin de l'améliorer. Ensuite, les solutions que nous avons identifiées dans les paragraphes précédents et d'autres pistes qui seront recueillies auprès des participants seraient débattues en matière de possibilité de mise en œuvre et de coût de financement.

Même si nous avons choisi de traiter le problème d'écoulement du riz en aval de la filière, d'autres questions que nous n'avons pas pu traiter paraissent importantes dans une perspective de recherches futures sur le périmètre de Bagré. Celles que nous proposons ici sont la question de la répartition foncière, la question des pratiques agricoles et leurs conséquences sur la santé et l'environnement et celle liée au développement de la polyculture.

Desserrer la contrainte foncière en associant Bagrépôle et les agriculteurs à la définition de leurs besoins et capacités foncières : l'insuffisance des terres exploitées est mise en évidence comme l'un des effets limitant la contribution du périmètre irrigué à la réduction de la pauvreté. Nous avons montré qu'en dessous d'un demi hectare par travailleur la situation foncière n'est pas viable pour les familles qui ont notamment autant de consommateurs à nourrir que d'actifs familiaux. Par manque de temps, nous n'avons pas pu organiser des ateliers participatifs sur la question foncière. L'analyse pourrait être complétée par les étapes suivantes. D'abord, la surface maximale de riz irrigué que pourra cultiver chaque ménage type (identifié) pourrait être estimée en fonction des facteurs de production disponibles (main d'œuvre, équipements), des systèmes d'assolement et des exigences en temps et en capitaux, en mobilisant les modèles de calculs du revenu annuel du ménage que nous avons présentés dans le chapitre 5. Ces résultats seraient ensuite discutés dans des ateliers

participatifs avec les riziculteurs d'un côté pour confronter les seuils à leur perception de ce qu'ils pensent pouvoir cultiver. De l'autre, inclure l'aménageur (Bagrépôle) pour définir les possibilités d'accroissement supplémentaire des surfaces destinées à chaque personne affectée par les extensions en intégrant les différentes contraintes telles que le foncier net disponible après aménagement, le seuil maximal par ménage et les possibilités de financement pour la mise en valeur des terres attribuées. Même si l'organisation d'un jeu de rôle impliquant les personnes affectées par les extensions et l'aménageur en novembre 2016, dans le cadre du projet WLE (Water Land Ecosystem) n'avait pas permis de modifier la règle de compensation foncière en vigueur (Daré *et al.*, 2019), la mobilisation des résultats de cette thèse et les perspectives décevantes de la promotion de l'agrobusiness pourraient peut-être changer les choses dans une nouvelle démarche participative.

Prendre en charge la question sanitaire et écologique: la question des pratiques agricoles et leurs conséquences sur la santé (usage des pesticides) et sur la productivité rizicole (dégradation écologique et baisse de la fertilité des sols) nécessitent une analyse plus approfondie que celles déjà réalisées sur le terrain. Les enquêtes ont permis de montrer que plusieurs produits phytosanitaires sont utilisés avec des notes de toxicité très élevées de matières actives (Annexe 35). Ces produits sont pour la plupart non homologués et proviennent de circuits de contrebande, principalement du Ghana et de la Chine. Les ateliers ont révélé que la population minimise les dangers des pesticides malgré quelques sensibilisations et formations reçues. Peu de producteurs se protègent pour pulvériser et les emballages vides des produits sont même réutilisés par certains dans le quotidien comme des contenants alimentaires. Pour la protection, les raisons avancées sont le manque des équipements de protection, jugés chers et peu pratiques pour traiter en période de chaleur. Nous n'avons pas pu approfondir cette question par manque de temps et de données. Il serait intéressant d'estimer avec des données détaillées (quantités de pesticides/ha, fréquences de traitement) la dangerosité des pesticides sur la santé et sur l'environnement à travers l'IRSA (Indicateur de Risque pour la Santé de l'Applicateur) et l'IRTE (Indicateur de Risque de Toxicité sur l'Environnement) (Samuel *et al.*, 2012 ; Fabre *et al.*, 2015). En plus, la question de la santé a été identifiée par les ménages comme l'un des risques pouvant les faire basculer dans l'insécurité alimentaire. Les analyses futures pourraient investiguer l'existence ou non de lien de causalité entre l'usage des pesticides et la prévalence de maladies ou les soucis de santé des riziculteurs (Mamane, 2015 ; Sheahan *et al.*, 2017). Lorsque ces liens de causalité sont établis, cela pourra servir pour sensibiliser les agriculteurs sur les effets néfastes de ces produits. Enfin, à travers les analyses sommaires de Damour (2016), l'étude de MOB-INERA, 2011 citée par MEBF (2012a), et les perceptions des agriculteurs enquêtés, une tendance à la diminution de la fertilité des terres semble se dessiner. Cela montre la nécessite d'effectuer des analyses plus approfondies avec des échantillons plus larges de données de terrain afin de confirmer ou d'infirmer cette tendance, d'en déterminer ses causes réelles

et de définir des mesures à mettre en œuvre pour inverser la tendance. D'autant plus que le rendement/ha est l'un des critères utilisés pour estimer la taille des surfaces attribuables aux familles, sa baisse continue serait source d'aggravation de la pauvreté et de la vulnérabilité des ménages bénéficiaires du projet irrigué.

Rechercher le meilleur assolement possible dans les systèmes de cultures mixtes : Une perspective intéressante de recherche pour la question du développement de la polyculture est de voir dans quelles mesures les agriculteurs peuvent combiner de façons optimales leurs assolements (maïs, tomate, choux, oignon) dans le but de maximiser leurs revenus. Ces analyses peuvent être réalisées en mobilisant les modèles de programmation mathématique (maximisation du revenu sous contraintes), à condition de prendre en compte le risque (Gérard *et al.*, 1998). Des études de marchés pourraient être menées pour analyser les fluctuations des prix de vente des différents produits. Ensuite, des scénarios comme par exemple des chocs liés au marché (baisse de prix des produits maraîchers, hausse des coûts) et aux rendements pourraient être introduits dans la fonction objectif de maximisation du revenu. Enfin, ces résultats pourraient être mobilisés pour conseiller à la fois les futurs riziculteurs qui seront installés et les aménageurs dans les décisions de partage de la ressource foncière dans le cadre d'un système de polyculture.

Bibliographie

Adamczewski, A., Hertzog, T., Jamin, J. Y. et Tonneau, J. P. (2015). Competition for irrigated land: inequitable land management in the Office du Niger (Mali). *International Journal of Sustainable Development*, *18*(3), 161-179. doi: 10.1504/IJSD.2015.070237

Adger, W. N. (1999). Social vulnerability to climate change and extremes in Coastal Vietnam. *World Development*, *27*(2), 249-269. doi: 10.1016/S0305-750X(98)00136-3

Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, *16*(3), 268-281. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006

AfricaRice. (2011). *Acquis de la crise rizicole : politiques pour la sécurité alimentaire en Afrique*. Cotonou, Bénin : AfricaRice, p. 32. Récupéré de http://www.africarice.org/publications/lessons%20from%20the%20rice%20crisis-fr.pdf

Afrique industrie. (1973). Le 2ème plan quinquennal de la Haute – Volta (1972-1976). *Mensuel d'informations industrielles et économiques*, (52), p.19. Récupéré de http://www.beep.ird.fr/collect/cnda/index/assoc/HASH012c.dir/05948.pdf#search=%22Plan%20quinquennal%20de%20d%C3%A9veloppement%20%22

Afristat. (2009). *Méthodologie d'élaboration de la ligne de pauvreté sur une base harmonisée : Bilan dans les Etats membres d'AFRISTAT*. AFRISTAT, p. 111. Récupéré de http://www.afristat.org/contenu/pdf/rsc/mesure_seuil_pauvrete_base_harmonise_vf_mars_2009.pdf

Akintayo, I., Cissé, B. et Zadji, L. D. (2008). *Guide pratique de la culture des NERICA de plateau*. Cotonou, Bénin : Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO), p. 36. Récupéré de http://africarice.org/publications/Guide-NERICA%20-plateau-08.pdf

Albizua, A., Corbera, E. et Pascual, U. (2019). Farmers' vulnerability to global change in Navarre, Spain: large-scale irrigation as maladaptation. *Regional Environmental Change*, *19*(4), 1147-1158. doi: 10.1007/s10113-019-01462-2

Alhassan, H. S. (2009). Viewpoint – Butterflies vs. Hydropower: Reflections on Large Dams in Contemporary Africa. *Water Alternatives*, *2*(1), 148-160. Récupéré de http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/volume2/v2issue1/42-a2-1-10/file

Alinovi, L., Mane, E. et Romano, D. (2009). *Measuring household resilience to food insecurity: application to Palestinian households*. Rome, Italy : FAO, p. 39. Récupéré de http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.175.7411&rep=rep1&type=pdf

Alkire, S. (2011). Mesurer la pauvreté multidimensionnelle : les limites. *Revue d'économie du développement*, *19*(2), 61-104. doi: 10.3917/edd.252.0061

Alkire, S. et Santos, M. E. (2010). Acute Multidimensional Poverty: A New Index for Developing Countries. *SSRN Electronic Journal*, 139. doi: 10.2139/ssrn.1815243

Alvarez, S., Paas, W., Descheemaeker, K., Tittonell, P. et Groot, J. (2014). *Typology construction, a way of dealing with farm diversity: general guidelines for Humidtropics*. Plant Sciences Group, Wageningen University, the Netherlands : The CGIAR Research Program on Integrated Systems for the Humid Tropics, p. 37. Récupéré de https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/65374

Alvarez, S., Timler, C. J., Michalscheck, M., Paas, W., Descheemaeker, K., Tittonell, P., … Groot, J. C. J. (2018). Capturing farm diversity with hypothesis-based typologies: An innovative methodological framework for farming system typology development. *PLOS ONE*, *13*(5), 24. doi: 10.1371/journal.pone.0194757

Alwang, J., Siegel, P. B. et Jorgensen, S. L. (2001). *Vulnerability: a view from different disciplines* (SP 0115). Washington, DC, USA : The World Bank, p. 60. Récupéré de Zotero :

http://documents.worldbank.org/curated/en/636921468765021121/Vulnerability-a-view-from-different-disciplines

Amankwah, K., Klerkx, L., Oosting, S. J., Sakyi-Dawson, O., van der Zijpp, A. J. et Millar, D. (2012). Diagnosing constraints to market participation of small ruminant producers in northern Ghana: An innovation systems analysis. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, *60-63*, 37-47. doi: 10.1016/j.njas.2012.06.002

Andersen, L. E. et Cardona, M. (2013). *Building resilence against adverse shocks: What are the determinants of vulnerability and resilence?* (02/2013). La Paz, Bolivia : INESAD, p. 21. Récupéré de https://www.econstor.eu/bitstream/10419/87809/1/750070242.pdf

Andersen, L. E., Cardona, M. et Romero, D. (2015). Do irrigation programs make poor rural communities in Bolivia less vulnerable to climatic and other shocks? *LAJED*, (24), 9-46. Récupéré de http://www.iisec.ucb.edu.bo/publicacion/do-irrigation-programs-make-poor-rural-communities-in-bolivia-less-vulnerable-to-climatic-and-other-shocks

ARID. (2004). *Typologie des systèmes irrigués en Afrique de l'Ouest sahélienne*. ARID, p. 34. Récupéré de http://www.inter-reseaux.org/IMG/pdf/arid_typologie_irrigation_system_west_africa.pdf

Ashley, C. et Carney, D. (1999). *Sustainable Livelihoods: lessons from early experience*. London : DFID, p. 64.

Babulo, B., Muys, B., Nega, F., Tollens, E., Nyssen, J., Deckers, J. et Mathijs, E. (2008). Household livelihood strategies and forest dependence in the highlands of Tigray, Northern Ethiopia. *Agricultural Systems*, *98*(2), 147-155. doi: 10.1016/j.agsy.2008.06.001

Bagchi, D. K., Blaikie, P., Cameron, J., Chattopadhyay, M., Gyawali, N. et Seddon, D. (1998). Conceptual and methodological challenges in the study of livelihood trajectories: case-studies in Eastern India and Western Nepal. *Journal of International Development*, *10*(4), 453-468. doi: 10.1002/(SICI)1099-1328(199806)10:4<453::AID-JID538>3.0.CO;2-Q

Bagrépôle. (2012a). *Burkina Faso – Projet Pôle de Croissance de Bagré - Etude du schéma directeur d'aménagement et de mise en valeur de la zone d'utilité publique de Bagré Rapport d'étape 4 : Etude APS des principales infrastructures publiques et collectives – Version définitive - Appendice 3 – Budgets de culture*. Ouagadougou, Burkina Faso : Bagrépôle, p. 45.

Bagrépôle. (2012b). *Plan stratégique 2013-2017 de Bagrépôle SEM*. Ouagadougou, Burkina Faso : Premier Ministère, Burkina Faso, p. 173.

Bagrépôle. (2012c). *Stratégie de croissance accélérée et de développement durable : Lancement officiel du Projet Pôle de croissance de Bagré*. Ouagadougou, Burkina Faso : Premier Ministère, Burkina Faso, p. 2. Récupéré de https://bagrepole.jimdo.com/documentation/

Bagrépôle. (2013). *Etude de tarification de l'eau et de gestion du réseau d'irrigation a Bagré* [définitif]. Ouagadougou, Burkina Faso : Bagrépôle, p. 111.

Bagrépôle. (2014a). *Plan d'action de réinstallation des personnes affectées par le projet d'aménagement du périmètre des 1000 ha de terres irrigables par système gravitaire en rive gauche du Nakanbé* (SFG1817 V2). Ouagadougou, Burkina Faso : Bagrépôle, p. 251. Récupéré de http://documents.worldbank.org/curated/en/565881468006638132/pdf/SFG1817-V2-RP-FRENCH-P119662-PUBLIC-Disclosed-2-15-2016.pdf

Bagrépôle. (2014b). *Résumé du plan d'action de réinstallation (PAR)* [Résumé]. Ouagadougou, Burkina Faso : Bagrépôle, p. 40. Récupéré de https://www.afdb.org/fr/documents/document/burkina-faso-projet-dappui-au-pole-de-croissance-de-bagre-papcb-resume-par-11-2014-50406

Bagrépôle. (2016). *Cadre de politique de réinstallation des populations*. Ouagadougou, Burkina Faso : Bagrépôle, p. 119.

Bagrépôle. (2017). *Rapport d'activités 2016* (04/2016). Ouagadougou, Burkina Faso : Premier ministère du Burkina Faso - Banque Mondiale, p. 128.

Ballande, H. (2001). La Banque mondiale a-t-elle raté sa révolution verte ? *L'Économie politique*, *10*(2), 55-69. doi: 10.3917/leco.010.0055

Barbier, B., Kane, A., Ouedraogo, B., Jamin, J.-Y. et Poussin, J. C. (2016). *L'eau, une ressource encore peu maîtrisée en Afrique de l'Ouest*. NEPAD, p. 2. Récupéré de http://agritrop.cirad.fr/581588/

Barbier, B., Ouedraogo, H., Dembélé, Y., Yacouba, H., Barry, B. et Jamin, J.-Y. (2011). L'agriculture irriguée dans le Sahel ouest-africain. *Cahiers Agricultures*, (1-2), 24–33. doi: 10.1684/agr.2011.0475

Barbier, B., Yacouba, H., Maïga, A. H., Mahé, G. et Paturel, J.-E. (2009). Le retour des grands investissements hydrauliques en Afrique de l'Ouest : les perspectives et les enjeux. *Géocarrefour*, (1-2), 31-41. doi: 10.4000/geocarrefour.7205

Bazin, F. (2017). *Analyse des systèmes de production du périmètre irrigue de Bagré (Burkina Faso)* [Final]. Afrique de l'Ouest : Global Water Initiative, p. 92. Récupéré de https://www.gwiwestafrica.org/fr/analyse-des-systemes-de-production-du-perimetre-irrigue-de-bagre-burkina-faso

Bazin, F., Hathie, I., Skinner, J. et Koundouno, J. (2017). *Irrigation, sécurité alimentaire et pauvreté : leçons tirées de trois grands barrages en Afrique de l'ouest*. Londres, RU : IIED, p. 112. Récupéré de https://pubs.iied.org/17610FIIED/?k=Senegal

Bazza, M. (2007). Overview of the history of water resources and irrigation management in the Near East region. *Water Science and Technology: Water Supply*, *7*(1), 201-209. doi: 10.2166/ws.2007.023

Bebbington, A. (1999). Capitals and Capabilities: A Framework for Analyzing Peasant Viability, Rural Livelihoods and Poverty. *World Development*, *27*(12), 2021-2044. doi: 10.1016/S0305-750X(99)00104-7

Bélières, J.-F., Hilhorst, T., Kébé, D., Keïta, M. S., Keïta, S. et Sanogo, O. (2011). Irrigation et pauvreté : le cas de l'Office du Niger au Mali. *Cahiers Agricultures*, (1-2), 144–149. doi: 10.1684/agr.2011.0473

Bidogeza, J. C., Berentsen, P. B. M., De Graaff, J. et Oude Lansink, A. G. J. M. (2009). A typology of farm households for the Umutara Province in Rwanda. *Food Security*, *1*(3), 321-335. doi: 10.1007/s12571-009-0029-8

Bigsten, A., Kebede, B., Shimeles, A. et Taddesse, M. (2003). Growth and Poverty Reduction in Ethiopia: Evidence from Household Panel Surveys. *World Development*, *31*(1), 87-106. doi: 10.1016/S0305-750X(02)00175-4

Bila, N. K. (2015). *Revue documentaire des études sur l'état des lieux de la filière riz au Burkina Faso* [Rapport final]. Ouagadougou, Burkina Faso : Comité Interprofessionnel du Riz du Burkina, p. 80.

Biswas, A. K. et Tortajada, C. (2001). Development and Large Dams: A Global Perspective. *International Journal of Water Resources Development*, *17*(1), 9-21. doi: 10.1080/07900620120025024

Bjorneberg, D. L. (2013). Irrigation Methods. Dans *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences* (p. 10). Elsevier, p. 10. doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.05195-2

Bjornlund, V. et Bjornlund, H. (2010). Sustainable irrigation: A historical perspective. Dans *WIT Transactions on State of the Art in Science and Engineering* (1re éd., vol. 1, p. 13-24). WIT Press. doi: 10.2495/978-1-84564-406-2/02

Blazy, J.-M., Ozier-Lafontaine, H., Doré, T., Thomas, A. et Wery, J. (2009). A methodological framework that accounts for farm diversity in the prototyping of crop management systems. Application to banana-based systems in Guadeloupe. *Agricultural Systems*, *101*(1-2), 30-41. doi: 10.1016/j.agsy.2009.02.004

Borgia, C., García-Bolaños, M. et Mateos, L. (2012). Patterns of variability in large-scale irrigation schemes in Mauritania. *Agricultural Water Management*, *112*, 1-12. doi: 10.1016/j.agwat.2012.03.013

Boto, I., La Peccerella, C. et Brasesco, F. (2012). *Land access and rural development: new challenges, new opportunities* (9). Brussels, Belgium : CTA Brussels, p. 38. Récupéré de Zotero : https://brusselsbriefings.files.wordpress.com/2012/10/reader-br-27-land-access_-eng.pdf

Bouarfa, S., Poussin, J. C. et Jamin, J.-Y. (2015). L'agriculture irriguée et ses enjeux au XXIe siècle. Dans *L'eau à découvert* (CNRS, p. 166-167). Récupéré de https://www.cnrseditions.fr/catalogue/sciences-politiques-et-sociologie/leau-a-decouvert/

Bouet, A., Vales, M., Amancho, N., Kouassi, N. et Sorho, F. (2012). Evolution de la résistance partielle à la pyriculariose foliaire selon l'âge, chez le riz de la sous-espèce japonica. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, *6*(1), 337-354. doi: 10.4314/ijbcs.v6i1.30

Brondeau, F. (2011). L'agrobusiness à l'assaut des terres irriguées de l'Office du Niger (Mali). *Cahiers Agricultures*, (1-2), 136–143. doi: 10.1684/agr.2011.0472

Brouwer, C., Prins, K., Kay, M. et Heibloem, M. (1990). *Méthodes d'irrigation* [Manuel de formation, Edition provisoire](5). Rome, Italy : FAO, p. 74. Récupéré de http://www.fao.org/3/a-s8684f.pdf

CAPES. (2011). *Croissance et pauvreté au Burkina Faso : une approche en équilibre général calculable* [Provisoire]. Ouagadougou, Burkina Faso : CAPES, p. 54. Récupéré de https://www.capes.bf/spip.php?page=articleS&id_article=42

Carboni, S., Arnaldi di Balme, L., Guissou, C. et Kambiré, Y. (2016). *Gérer la question foncière dans les aménagements hydro-agricoles : Le cas de Bagré*. Ouagadougou, Burkina Faso : LC, p. 69.

CARE. (2010). *Analyse de la vulnérabilité et de la capacité d'adaptation au changement climatique: manuel* (1). Londres, RU : CARE, p. 52. Récupéré de https://careclimatechange.org/wp-content/uploads/2019/06/CVCA_FR.pdf

Carloni, A. S. et Crowley, E. (2005). *Rapid guide for missions: Analysing local institutions and livelihoods* (1). Rome, Italy : FAO - Institutions for Rural Development, p. 41. Récupéré de http://www.fao.org/3/a-a0273e.pdf

Carswell, G. (1997). *Agricultural intensification and rural sustainable livelihoods: A 'Think Piece'* [64]. Brighton, UK : IDS, p. 30. Récupéré de Zotero : https://www.ids.ac.uk/publications/agricultural-intensification-and-rural-sustainable-livelihoods-a-think-piece/

CEE. (1976). *Fonds européen de développement Haute Volta 1960-1975*. Bruxelles, Belgique : Commission des communautés européennes, p. 53. Récupéré de http://aei.pitt.edu/33847/

Chambers, R. (1986). Sustainable livelihood thinking an approach to poverty, environment and development (p. 24). Communication présentée au Conference on Conservation and Development - Implementing the World Conservation Strategy, Ottawa, Canada. Récupéré de https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/bitstream/handle/123456789/87/rc391.pdf?sequence=1

Chambers, R. (1989). Editorial Introduction: Vulnerability, Coping and Policy. *IDS Bulletin*, *20*(2), 1-7. doi: 10.1111/j.1759-5436.1989.mp20002001.x

Chambers, R. et Conway, G. R. (1992). *Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century* (296). London, UK : IDS, p. 33. Récupéré de https://www.ids.ac.uk/files/Dp296.pdf

Chaudhuri, S., Jalan, J. et Suryahadi, A. (2002). *Assessing household vulnerability to poverty from cross-sectional data: A methodology and estimates from Indonesia* (0102-52). New York, USA : Columbia University, p. 36. Récupéré de Zotero :

Choularton, R., Frankenberger, T., Kurtz, J. et Nelson, S. (2015). *Measuring shocks and stressors as part of resilience measurement* (5). Rome, Italy : Food Security Information Network, p. 24.

Récupéré de http://www.fsincop.net/fileadmin/user_upload/fsin/docs/resources/1_FSIN_TechnicalSeries_5.pdf

CILSS. (2004). *Normes de consommation des principaux produits alimentaires dans les pays du CILSS*. CILSS, Ouagadougou, Burkina Faso : CILSS, p. 67. Récupéré de http://www.hubrural.org/IMG/pdf/cilss_rapport_normes_conso_alimentaires.pdf

CIRA-AGEIM. (2003). *Projet de Développement Rural Intégré de Bagré – BURKINA FASO*. Ouagadougou, Burkina Faso : CIRA-AGEIM, p. 51.

Coomes, O. T., Takasaki, Y. et Rhemtulla, J. M. (2011). Land-use poverty traps identified in shifting cultivation systems shape long-term tropical forest cover. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*(34), 13925-13930. doi: 10.1073/pnas.1012973108

Coudouel, A., Hentschel, J. S. et Wodon, Q. T. (2002). Poverty measurement and analysis (The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, vol. 1, p. 48). Washington, DC, USA. Récupéré de https://uq.rl.talis.com/items/D24D364A-BE74-B9EE-2CB1-D80B8175D8C6.html

Coulibaly, Y. M., Bélières, J.-F. et Koné, Y. (2006). Les exploitations agricoles familiales du périmètre irrigué de l'Office du Niger au Mali: évolutions et perspectives. *Cahiers Agricultures*, (6), 562–569. doi: 10.1684/agr.2006.0024

Dagorn, J.-C., Jamart, C., Jorand, M. et Pascal, P. (2017). *Agriculture africaine : l'impasse des pôles de croissance agricoles*. Paris, France : Action Contre la Faim – CCFD-Terre Solidaire – Oxfam France, p. 42. Récupéré de https://ccfd-terresolidaire.org/IMG/pdf/rapport_pcaa_exe_ok.pdf

Damour, Y. (2016). *Caractérisation des services écosystémiques au sein d'aménagements agricoles en aval du barrage de Bagré (Burkina-Faso)* (Mémoire de Master). UPMC, p. 52.

Daniel, S. et Mittal, A. (2009). *The great land grab: rush for world's farmland threatens food security for the poor*. Oakland, USA : The Oakland Institute, p. 29. Récupéré de https://www.oaklandinstitute.org/great-land-grab-rush-world%E2%80%99s-farmland-threatens-food-security-poor

Daré, W., Venot, J.-P., Kaboré, É., Tapsoba, A., Traoré, F., Gérard, F., … Napon, K. (2019). Grands aménagements hydroagricoles, inégalités environnementales et participation : le cas de Bagré au Burkina Faso. *VertigO*, (Volume 19 Numéro 1), 38. doi: 10.4000/vertigo.23971

de Sherbinin, A., VanWey, L. K., McSweeney, K., Aggarwal, R., Barbieri, A., Henry, S., … Walker, R. (2008). Rural household demographics, livelihoods and the environment. *Global Environmental Change*, *18*(1), 38-53. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2007.05.005

De Wet, C. (2000). *The experience with dams and resettlement in Africa* [Contributing Paper]. Rhodes University, South Africa : World Commission on Dams, p. 32. Récupéré de Zotero : https://pdfs.semanticscholar.org/2b8a/8af798970510cdc4955b72e524e29820fa90.pdf

Delarue, J. et Cochet, H. (2011). Proposition méthodologique pour l'évaluation des projets de développement agricole. L'évaluation systémique d'impact. *Économie rurale*, (323), 36-54. doi: 10.4000/economierurale.3034

Dercon, S. et Krishnan, P. (2000). Vulnerability, seasonality and poverty in Ethiopia. *Journal of Development Studies*, *36*(6), 25-53. doi: 10.1080/00220380008422653

Devereux, S., Baulch, B., Hussein, K., Shoham, J., Sida, H. et Wilcock, D. (2004). *Improving the analysis of food insecurity food insecurity measurement, livelihoods approaches and policy: applications in FIVIMS*. London, UK : DFID, p. 53. Récupéré de Zotero : https://www.eldis.org/document/A11511

DFID. (1999). *Sustainable livelihoods guidance sheets.pdf*. London, UK : The Department for International Development, p. 150. Récupéré de

http://www.livelihoodscentre.org/documents/20720/100145/Sustainable+livelihoods+guidance+sheets/8f35b59f-8207-43fc-8b99-df75d3000e86

Dillon, A. (2010). *Do differences in the scale of irrigation projects generate different impacts on poverty and production* (01022). Washington, DC, USA : IFPRI, p. 24. Récupéré de http://www.ifpri.org/publication/do-differences-scale-irrigation-projects-generate-different-impacts-poverty-and

Dinye, R. (2013). Irrigated Agriculture and Poverty Reduction in Kassena Nankana District in the Upper-East Region, Ghana. *Journal of Science and Technology (Ghana)*, *33*(2), 59-72. doi: 10.4314/just.v33i2.6

Direction des douanes. (2017). *Annuaire des statistiques douanières 2015*. Ouagadougou, Burkina Faso : Direction générale des douanes, p. 156. Récupéré de Zotero :

Domènech, L. (2015). Improving irrigation access to combat food insecurity and undernutrition: A review. *Global Food Security*, *6*, 24-33. doi: 10.1016/j.gfs.2015.09.001

Donovan, J. et Poole, N. (2014). Changing asset endowments and smallholder participation in higher value markets: Evidence from certified coffee producers in Nicaragua. *Food Policy*, *44*, 1-13. doi: 10.1016/j.foodpol.2013.09.010

Doumbia, D., van Paassen, A., Oosting, S. J. et van der Zijpp, A. J. (2012). Livestock in the rice-based economy of Office du Niger: The development potential for increased crop–livestock integration through multi-actor processes. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, *60-63*, 101-114. doi: 10.1016/j.njas.2012.07.002

Downing, T. E. (1990). *Assessing socioeconomic vulnerability to famine: frameworks, concepts, and applications* [Final]. Washington, DC, USA : U.S. Agency for International Development Famine Early Warning System Project, p. 202. Récupéré de Zotero :

Duflo, E. et Pande, R. (2007). Dams. *The Quarterly Journal of Economics*, 601-646. Récupéré de https://scholar.harvard.edu/files/rpande/files/dams_0.pdf

Dury, S., Alpha, A. et Bichard, A. (2014). *Identifier et limiter les risques des interventions agricoles sur la nutrition* [Working Paper Moisa](2014-1). CIRAD Umr Moisa, p. 24. Récupéré de https://ideas.repec.org/p/umr/wpaper/201401.html

Dury, S. et Bocoum, I. (2012). Le « paradoxe » de Sikasso (Mali) : pourquoi « produire plus » ne suffit-il pas pour bien nourrir les enfants des familles d'agriculteurs ? *Cahiers Agricultures*, *21*(5), 324-336. doi: 10.1684/agr.2012.0584

Eakin, H. et Bojórquez-Tapia, L. A. (2008). Insights into the composition of household vulnerability from multicriteria decision analysis. *Global Environmental Change*, *18*(1), 112-127. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2007.09.001

Ekboir, J. et Rajalahti, R. (2012). Coordination and Collective Action for Agricultural Innovation. Dans World Bank, *Agricultural Innovation Systems* (p. 15-106). The World Bank. doi: 10.1596/9780821386842_CH01

Ellis, F. (1998). Household strategies and rural livelihood diversification. *Journal of Development Studies*, *35*(1), 1-38. doi: 10.1080/00220389808422553

Ellis, F. (1999). Rural livelihood diversity in developing countries: evidence and policy implications. *ODI Natural Resources Perspectives*, (40), 10. Récupéré de http://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/4486/40-rural-livelihood-diversity.pdf?sequenc

Ellis, F. (2000a). *Rural livelihoods and diversity in developing countries* (Oxford University Press). London, UK, p. 273. Récupéré de https://books.google.fr/books/about/Rural_Livelihoods_and_Diversity_in_Devel.html?id=gCKQs-3NKhUC&redir_esc=y

Ellis, F. (2000b). The determinants of rural livelihood diversification in developing countries. *Journal of Agricultural Economics*, *51*(2), 289-302. doi: 10.1111/j.1477-9552.2000.tb01229.x

Ellis, F. (2003). Human vulnerability and food insecurity: policy implications. *Forum for Food Security in Southern Africa, Overseas Development Group (ODG)*, 47. Récupéré de https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/5605.pdf

Ellis, F. et Mdoe, N. (2003). Livelihoods and Rural Poverty Reduction in Tanzania. *World Development*, *31*(8), 1367-1384. doi: 10.1016/S0305-750X(03)00100-1

El-Nashar, W. Y. (2013). The Combined Effect of Water-logging and Salinity on Crops Yield. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, *6*(4), 40-49. doi: 10.9790/2380-0644049

Fabre, J., Le Grusse, P., Mandart, E., Mghirbi, O. et Ayadi, H. (2015). *EToPhy : logiciel de calcul d'indicateurs de risques sur la santé et l'environnement résultant de l'utilisation des produits phytosanitaires*. Montpellier, France : IAMM, p. 2. Récupéré de https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02155651

Fan, S., Zhang, L. et Zhang, X. (2002). *Growth, inequality, and poverty in rural China: The role of public investments* [Research Report](125). Washington, DC, USA : IFPRI, p. 72. Récupéré de http://www.ifpri.org/publication/growth-inequality-and-poverty-rural-china-role-public-investments

FAO. (1996). Rome declaration on world food security. Dans *fao.org*. Récupéré de http://www.fao.org/3/w3613e/w3613e00.htm

FAO. (2003). *Trade reforms and food security: conceptualizing the linkages* (FAO). Rome, Italy, p. 315. Récupéré de http://www.fao.org/3/a-y4671e.pdf

FAO. (2006). *Food security* (2). Rome, Italy : FAO, p. 4. Récupéré de http://www.fao.org/fileadmin/templates/faoitaly/documents/pdf/pdf_Food_Security_Cocept_Note.pdf

FAO. (2007). *Dams and agriculture in Africa* [FAO Aquastat Dams Africa](070524). FAO, p. 12. Récupéré de http://www.fao.org/tempref/agl/AGLW/docs/Aquastat_Dams_Africa_070524.pdf

FAO. (2009). *L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde 2009 : Crises économiques – répercussions et enseignements*. Rome : FAO, p. 66. Récupéré de Open WorldCat : http://www.fao.org/3/i0876f/i0876f00.htm

FAO. (2010). *L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde 2010 : Combattre l'insécurité alimentaire lors des crises prolongées*. Rome : FAO, p. 68. Récupéré de Open WorldCat : http://www.fao.org/3/i1683f/i1683f00.htm

FAO. (2011). *La crise des prix du riz de 2007/08.* [Synthèses](13). Rome, Italie : FAO, p. 2. Récupéré de Crossref : http://www.fao.org/3/am172f/am172f00.pdf

FAO. (2012). *Analyse des incitations et pénalisations pour le riz au Burkina Faso* [Série de notes techniques, SPAAA]. Rome, Italie : FAO, p. 44. Récupéré de Zotero :

FAO. (2014). *Analyse des incitations par les prix pour le riz au Burkina Faso pour la période 2005-2013* [Série de notes techniques, SAPAA]. Rome, Italie : FAO, p. 62. Récupéré de Zotero : http://www.fao.org/3/a-i4514f.pdf

FAO. (2016). Base de données principale d'AQUASTAT, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Dans *Aquastat - FAO*. Récupéré de http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=fr

FAO. (2018). *L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2018. Renforcer la résilience face aux changements climatiques pour la sécurité alimentaire et la nutrition*. Rome, Italie : FAO, p. 218. Récupéré de http://www.fao.org/3/i9553fr/i9553fr.pdf

FAO. (2019). *L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2019. Se prémunir contre les ralentissements et les fléchissements économiques*. Rome, Italie : FAO, p. 253. Récupéré de Open WorldCat : http://www.fao.org/3/ca5162fr/ca5162fr.pdf

Faye, C., Sow, A. A. et Ndong, J. B. (2015). Étude des sècheresses pluviométriques et hydrologiques en Afrique tropicale : caractérisation et cartographie de la sècheresse par indices dans le haut bassin du fleuve Sénégal. *Physio-Géo*, (Volume 9), 17-35. doi: 10.4000/physio-geo.4388

FEWS NET. (2017). *Les fondamentaux du marché des denrées de base et du bétail au Burkina Faso septembre 2017*. Famine Early Warning Systems Network, Washington, DC: USAID. : USAID, p. 56. Récupéré de http://fews.net/sites/default/files/documents/reports/FEWS%20NET%20BurkinaFasoMFR_final_20171213_FR_0.pdf

FMI. (2000). Accélérer la croissance et réduire la pauvreté en Afrique subsaharienne - le rôle du FMI. Dans *www.imf.org*. Récupéré de https://www.imf.org/external/np/exr/ib/2000/fra/120100f.htm

Foster, J., Greer, J. et Thorbecke, E. (1984). A class of decomposable poverty measures. *Econometrica*, *52*(3), 761-766. doi: 10.2307/1913475

Frelat, R., Lopez-Ridaura, S., Giller, K. E., Herrero, M., Douxchamps, S., Djurfeldt, A. A., … van Wijk, M. T. (2016). Drivers of household food availability in sub-Saharan Africa based on big data from small farms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *113*(2), 458-463. doi: 10.1073/pnas.1518384112

Frenken, K. (2005). *L'irrigation en Afrique en chiffres Enquête AQUASTAT – 2005* (29). Rome, Italie : FAO, p. 93. Récupéré de http://www.fao.org/3/a0232f/a0232f00.htm

Fuglie, K. et Rada, N. (2013). Resources, Policies, and Agricultural Productivity in Sub-Saharan Africa. *SSRN Electronic Journal*, 78. doi: 10.2139/ssrn.2266459

Gafsi, M. et Mbétid-Bessane, E. (2007). Mesure des performances économiques. Dans *Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre : Enjeux, caractéristiques et éléments de gestion* (Quæ, p. 289-301). Versailles, France. Récupéré de http://agritrop.cirad.fr/542084/

Gbenga, O., Olanrewaju, B. R., Henry, A. A. et Iyabo, O. F. (2015). Irrigation and Income-Poverty Alleviation: An Assessment Study of Kampe Irrigation Dam in Kogi State, Nigeria. *Journal of Agricultural Sciences*, *10*(2), 76-86. doi: 10.4038/jas.v10i2.8053

GBF. (2009). *Plan national multi risques de préparation et de réponse aux catastrophes : Préparation, interventions de premiers secours, réhabilitation et reconstruction*. Ouagadougou, Burkina Faso : Gouvernement du Burkina Faso, p. 107. Récupéré de https://www.preventionweb.net/english/policies/v.php?id=21621&cid=27

Gbikpi, P. (1996). *L'Agriculture burkinabè*. Ouagadougou, Burkina Faso : Ambassade de France au Burkina Faso, p. 49. Récupéré de Zotero : http://www.beep.ird.fr/collect/cnda/index/assoc/HASH53ee.dir/03920.pdf

Gebauer, R. H. (1987). Socio-economic classification of farm households —conceptual, methodical and empirical considerations. *European Review of Agricultural Economics*, *14*(3), 261-283. doi: 10.1093/erae/14.3.261

Gebregziabher, G., Namara, R. E. et Holden, S. (2009). Poverty reduction with irrigation investment: An empirical case study from Tigray, Ethiopia. *Agricultural Water Management*, *96*(12), 1837-1843. doi: 10.1016/j.agwat.2009.08.004

Gelasakis, A. I., Valergakis, G. E., Arsenos, G. et Banos, G. (2012). Description and typology of intensive Chios dairy sheep farms in Greece. *Journal of Dairy Science*, *95*(6), 3070-3079. doi: 10.3168/jds.2011-4975

Gérard, F. (2010). *Dynamique de l'offre, incertitude et régulation des marchés agricoles* (Habilitation à diriger des recherches). Paris 1 Panthéon-Sorbonne, p. 71. Récupéré de http://publications.cirad.fr/une_notice.php?dk=558670

Gérard, F., Dury, S., Bélières, J.-F., Keita, M. S. et Benoit-Cattin, M. (2012). Improving food security in Mali: The major role of investment in agriculture. *Cahiers Agricultures*, (5), 356–365. doi: 10.1684/agr.2012.0572

Gérard, F., Marty, I., Lançon, F. et Versapuech, M. (1998). *Measuring the effects of trade liberalization: multilevel analysis tool for agriculture* [Working Paper]. The CGPRT Centre, p. 190. Récupéré de file:///C:/Users/atapsoba/Downloads/wp980030.pdf

Gérard, F. et Tapsoba, A. (2017). *Transfert de vulnérabilité dans un cadre d'analyse économique : Les hommes et leurs « moyens d'existence » dans le SES un « système complexe »*. Communication présentée au Journées Green CIRAD, p. 21, Montpellier, France.

Ghebreyesus, T. A., Haile, M., Witten, K. H., Getachew, A., Yohannes, A. M., Yohannes, M., … Byass, P. (1999). Incidence of malaria among children living near dams in northern Ethiopia: community based incidence survey. *BMJ*, *319*(7211), 663-666. doi: 10.1136/bmj.319.7211.663

Goodland, R. (2010). The World Bank Versus the World Commission on Dams. *Water Alternatives*, *3*(2), 384-398. Récupéré de http://www.water-alternatives.org/index.php/allabs/99-a3-2-22/file

Goswami, R., Chatterjee, S. et Prasad, B. (2014). *Farm types and their economic characterization in complex agro-ecosystems for informed extension intervention: study from coastal West Bengal, India*, 24.

Goyal, A. et Nash, J. (2017). *Reaping richer returns: public spending priorities for African agriculture productivity growth.* Washington, DC, USA : World Bank, p. 353. Récupéré de Zotero : https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/25996?locale-attribute=fr

Gross, B. et Jaubert, R. (2019). *Vegetable Gardening in Burkina Faso: Drip Irrigation, Agroecological Farming and the Diversity of Smallholders*, *12*(1), 46-67. Récupéré de http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol12/v12issue1/478-a12-1-4/file

Guiré, A. (2013). *Orientations nationales en matière d'agriculture irriguée au Burkina Faso : enjeux, acquis et perspectives*. Communication présentée au Atelier national sur la sécurité alimentaire, p. 32, Ouagadougou, Burkina Faso. Récupéré de https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/presentation_du_sous_secteur_de_l_irrigation_atelier_national_uicn.pdf

Guthmann, J. P., Llanos-Cuentas, A., Palacios, A. et Hall, A. J. (2002). Environmental factors as determinants of malaria risk. A descriptive study on the northern coast of Peru. *Tropical Medicine and International Health*, *7*(6), 518-525. doi: 10.1046/j.1365-3156.2002.00883.x

Hair JR, J. F., Black, W. C., Babin, B. J. et Anderson, R. E. (2010). *multivariate data analysis (7th, 2009)* (7ème). Pearson Prentice, p. 761. Récupéré de https://www.pearson.com/us/higher-education/program/Hair-Multivariate-Data-Analysis-7th-Edition/PGM263675.html

Hallegatte, S., Bangalore, M., Bonzanigo, L., Fay, M., Kane, T., Narloch, U., … Vogt-Schilb, A. (2016). *Shock Waves: Managing the Impacts of Climate Change on Poverty*. Washington, DC, USA : World Bank, p. 227. Récupéré de https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/22787

Hanjra, M. A., Ferede, T. et Gutta, D. G. (2009). Reducing poverty in sub-Saharan Africa through investments in water and other priorities. *Agricultural Water Management*, *96*(7), 1062-1070. doi: 10.1016/j.agwat.2009.03.001

Hasnip, N., Mandal, S., Morrison, J., Pradhan, P. et Smith, L. (2001). *Contribution of irrigation to sustaining rural livelihoods* [OD/TN](109). Wallingford, UK : Wallingford, p. 84. Récupéré de http://eprints.hrwallingford.co.uk/116/1/odtn109.pdf

Heidhues, F. et Obare, G. (2011). *Lessons from Structural Adjustment Programmes and their Effects in Africa*, (1), 55-64.

Hema, T. (2013). *Etude sur les pratiques d'étuvage et les normes* [Rapport final]. Bobo Dioulasso, Burkina Faso : UNERIZ, p. 51. Récupéré de Zotero :

Hengsdijk, H., Franke, A. C., Van Wijk, M. T. et Giller, K. E. (2014). *How small is beautiful? Food self-sufficiency and land gap analysis of smallholders in humid and semi-arid sub Saharan Africa* (562). Wageningen, The Netherlands : Plant Research International, part of Wageningen UR, p. 71. Récupéré de https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/487045

Herrera, R. et Ilboudo, L. (2012). Les défis de l'agriculture paysanne : le cas du Burkina Faso. *L'Homme et la société*, *183-184*(1), 83-95. doi: 10.3917/lhs.183.0083

Hesselberg, J. et Yaro, J. A. (2006). An assessment of the extent and causes of food insecurity in northern Ghana using a livelihood vulnerability framework. *GeoJournal*, *67*(1), 41-55. doi: 10.1007/s10708-006-9007-2

Hick, R. (2012). The Capability Approach: Insights for a New Poverty Focus. *Journal of Social Policy*, *41*(2), 291-308. doi: 10.1017/S0047279411000845

Hoddinott, J. (1999). *Choosing outcome indicators of household food security* [TECHNICAL GUIDE]. Washington, DC, USA : International Food Policy Research Institute (IFPRI), p. 29. Récupéré de Zotero : https://rmportal.net/framelib/choosing-outcome-indicators.pdf

Holzmann, P., Boudreau, T., Holt, J., Lawrence, M. et O'Donnell, M. (2008). *The Household Economy Approach: A guide for programme planners and policy-makers*. London, UK : Save the Children, p. 160. Récupéré de https://www.alnap.org/system/files/content/resource/files/main/hea-guide.pdf

Hounkonnou, D., Kossou, D., Kuyper, T. W., Leeuwis, C., Nederlof, E. S., Röling, N., … van Huis, A. (2012). An innovation systems approach to institutional change: Smallholder development in West Africa. *Agricultural Systems*, *108*, 74-83. doi: 10.1016/j.agsy.2012.01.007

Hussain, I. (2007). Direct and indirect benefits and potential disbenefits of irrigation: evidence and lessons. *Irrigation and Drainage*, *56*(2-3), 179-194. doi: 10.1002/ird.301

Hussain, I. et Hanjra, M. A. (2003). Does irrigation water matter for rural poverty alleviation? Evidence from South and South-East Asia. *Water Policy*, *5*(5-6), 429-442. doi: 10.2166/wp.2003.0027

Hussain, I. et Hanjra, M. A. (2004). Irrigation and poverty alleviation: review of the empirical evidence. *Irrigation and Drainage*, *53*(1), 1-15. doi: 10.1002/ird.114

Hussain, I. et Wijerathna, D. (2004). *Irrigation and income-poverty alleviation: a comparative analysis of irrigation systems in developing Asia*. Colombo, Sri Lanka : International Water Management Institute (IWMI), p. 42. Récupéré de Zotero : http://www.iwmi.cgiar.org/propoor/files/ADB_Project/Draft%20papers/income%20poverty%20paper.pdf

Hussain, I., Wijerathna, D., Arif, S. S., Murtiningrum, Mawarni, A. et Suparmi. (2006). Irrigation, productivity and poverty linkages in irrigation systems in Java, Indonesia. *Water Resources Management*, *20*(3), 313-336. doi: 10.1007/s11269-006-0079-z

Hussein, K. et Nelson, J. (1998). *Sustainable livelihoods and livelihood diversification* (69). Brighton, UK : IDS, p. 32. Récupéré de Zotero : https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/66529/1950_wp69.pdf?sequence=1

ICI. (2010). *Etat des lieux autour du barrage de Bagré au Burkina Faso* [Final]. Ouagadougou, Burkina Faso : IUCN, GWI, IIED, p. 80. Récupéré de https://cmsdata.iucn.org/downloads/etat_des_lieux_autour_du_barrage_de_bagre_au_burkina_faso.pdf

ICID. (2014). *Summary report: first world irrigation forum*. Mardin, Turkey : ICID, p. 101. Récupéré de Open WorldCat : https://www.icid.org/wif1_sumreport.pdf

ICOLD. (2008). *Dams for human sustainable development*. Paris, France : ICOLD - CIGB, p. 52. Récupéré de https://www.icold-cigb.org/GB/publications/others.asp

IFAD. (2015). *Land tenure security and poverty reduction*. Rome, Italy : IFAD, p. 4. Récupéré de Zotero : https://www.ifad.org/documents/38714170/39148759/Land+tenure+security+and+poverty+reduction.pdf/c9d0982d-40e4-4e1e-b490-17ea8fef0775

IFPRI. (2002). *Green revolution curse or blessing?* [Brief]. Washington, DC, USA : IFPRI, p. 4. Récupéré de http://www.ifpri.org/publication/green-revolution

Iiyama, M., Kariuki, P., Kristjanson, P., Kaitibie, S. et Maitima, J. (2008). Livelihood diversification strategies, incomes and soil management strategies: a case study from Kerio Valley, Kenya. *Journal of International Development*, *20*(3), 380-397. doi: 10.1002/jid.1419

INSD. (2000). *Profil et évolution de la pauvreté au Burkina Faso* [Etude statistique nationale](Première édition). Ouagadougou, Burkina Faso : INSD, p. 155. Récupéré de Zotero : http://cns.bf/IMG/pdf/ep98_profil_et_evolution_pauvrete.pdf

INSD. (2003). *Analyse des résultats de l'enquête burkinabé sur les conditions de vie des ménages* [Rapport final]. Ouagadougou, Burkina Faso : INSD, p. 270. Récupéré de http://cns.bf/spip.php?id_rubrique=80&page=publdetails

INSD. (2004). *Pojections de population du Burkina Faso*. Ouagadougou, Burkina Faso : INSD, p. 85.

INSD. (2008). *Recensement général de la population et de l'habitat de 2006 (RGPH-2006) : Snthèse des résultats définitifs* [Synthèse des résultats définitifs]. Ouagadougou, Burkina Faso : INSD, p. 2. Récupéré de http://cns.bf/spip.php?id_rubrique=62&page=publdetails

INSD. (2009a). *La population du Burkina Faso de 1997 à 2006 par région et province*. Ouagadougou, Burkina Faso : INSD, p. 47. Récupéré de http://www.insd.bf/n/contenu/autres_publications/Projections_demographiques_sous_nationales_1997-2006.pdf

INSD. (2009b). *Projections démographiques de 2007 à 2020 par région et province*. Ouagadougou, Burkina Faso : INSD, p. 69. Récupéré de http://www.insd.bf/n/contenu/autres_publications/Projections_demographiques_sous_nationales_2007-2020.pdf

INSD. (2012). *Annuaire statistique 2010*. Ouagadougou, Burkina Faso : INSD, p. 419. Récupéré de http://cns.bf/spip.php?id_rubrique=65&page=publdetails

INSD. (2015a). *Les comptes économiques de la nation 1999 à 2012 : comptes définitifs*. Ouagadougou, Burkina Faso : INSD, p. 105. Récupéré de http://cns.bf/IMG/pdf/cn_1999_2012_vf.pdf

INSD. (2015b). *Rapport enquête multisectorielle continue (EMC) 2014: Profil de pauvreté et d'inégalités*. Ouagadougou, Burkina Faso : INSD, p. 90. Récupéré de http://cns.bf/spip.php?id_rubrique=80&page=publdetails

INSD. (2017). *Annuaire statistique 2016*. Ouagadougou, Burkina Faso : INSD, p. 370. Récupéré de http://cns.bf/spip.php?id_rubrique=65&page=publdetails

INSD. (2018). *Annuaire statistique 2017*. Ouagadougou, Burkina Faso : INSD, p. 383. Récupéré de http://cns.bf/spip.php?id_rubrique=65&page=publdetails

INSD. (2019). *Annuaire statistique 2018*. Ouagadougou, Burkina Faso : INSD, p. 396. Récupéré de http://www.insd.bf/n/index.php/publications?id=36

INSD-CE. (2013). *Annuaire du commerce exterieur année 2012*. Ouagadougou, Burkina Faso : INSD, p. 161. Récupéré de http://www.cns.bf/spip.php?id_rubrique=67&page=publdetails

INSD-CE. (2018). *Annuaire du commerce extérieur année 2016*. Ouagadougou, Burkina Faso : INSD, p. 149. Récupéré de http://www.cns.bf/spip.php?id_rubrique=67&page=publdetails

IPCC. (2012). Glossary of terms. Dans *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* (p. 555-564). Cambridge, Uk : Cambridge University Press. doi: 10.1017/CBO9781139177245

IPTRID. (1999). *Poverty reduction and irrigated agriculture* [IPTRID Issues Paper](1). Rome, Italy : IPTRID Programme Office, p. 22. Récupéré de http://www.fao.org/3/x1000e/x1000e00.pdf

Iraizoz, B., Gorton, M. et Davidova, S. (2007). Segmenting farms for analysing agricultural trajectories: A case study of the Navarra region in Spain. *Agricultural Systems*, *93*(1-3), 143-169. doi: 10.1016/j.agsy.2006.05.002

Jacquemot, P. (1984). Crise et renouveau de la planification du développement. *Tiers-Monde*, *25*(98), 245-268. doi: 10.3406/tiers.1984.3380

Jaleta, K. T., Hill, S. R., Seyoum, E., Balkew, M., Gebre-Michael, T., Ignell, R. et Tekie, H. (2013). Agro-ecosystems impact malaria prevalence: large-scale irrigation drives vector population in western Ethiopia. *Malaria Journal*, *12*(1), 11. doi: 10.1186/1475-2875-12-350

Jamin, J.-Y., Bouarfa, S., Poussin, J.-C. et Garin, P. (2011). Les agricultures irriguées face à de nouveaux défis. *Cahiers Agricultures*, (1-2), 10–15. doi: 10.1684/agr.2011.0477

Jayne, T. S., Yamano, T., Weber, M. T., Tschirley, D., Benfica, R., Chapoto, A. et Zulu, B. (2003). Smallholder income and land distribution in Africa: implications for poverty reduction strategies. *Food Policy*, *28*(3), 253-275. doi: 10.1016/S0306-9192(03)00046-0

Jin, S., Yu, W., Jansen, H. G. P. et Muraoka, R. (2012). The impact of irrigation on agricultural productivity: evidence from India (p. 38). Communication présentée au International Association of Agricultural Economists (IAAE) Triennial Conference, Foz do Iguaçu, Brazil. Récupéré de https://www.researchgate.net/publication/238048236_The_impact_of_Irrigation_on_Agricultural_Productivity_Evidence_from_India

Joffre, O. M. et Bosma, R. H. (2009). Typology of shrimp farming in Bac Lieu Province, Mekong Delta, using multivariate statistics. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *132*(1-2), 153-159. doi: 10.1016/j.agee.2009.03.010

Jones, A. D., Ngure, F. M., Pelto, G. et Young, S. L. (2013). What Are We Assessing When We Measure Food Security? A Compendium and Review of Current Metrics. *Advances in Nutrition*, *4*(5), 481-505. doi: 10.3945/an.113.004119

Kabore, D. P. (2007). *Efficience technique de la production rizicole sur les périmètres aménagés du Burkina Faso* (2007-35). Ouagadougou, Burkina Faso : CAPES, p. 30. Récupéré de https://www.capes.bf/IMG/pdf/dt35_efficience_tech.pdf

Kabore, D. P. (2016). Technical efficiency of irrigated rice production in Burkina Faso water control infrastructures: A stochastic frontier approach. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, *6*(10), 188-200. doi: 10.18488/journal.1005/2016.6.10/1005.10.188.200

Kabore, E. et Bazin, F. (2014). *Évaluation économique ex-post du barrage de Bagré au Burkina Faso*. Global Water Initiative, p. 71. Récupéré de https://pubs.iied.org/pdfs/G04006.pdf

Kabore, E. et Sédogo, S. A. (2014). *Economie politique autour des grands barrages: Le cas du barrage de Bagré, Burkina Faso* [Rapport pays]. London, UK : IIED, p. 48. Récupéré de http://pubs.iied.org/14642IIED

Kahlown, M. A. et Azam, M. (2002). Individual and combined effect of waterlogging and salinity on crop yields in the Indus basin. *Irrigation and Drainage*, *51*(4), 329-338. doi: 10.1002/ird.62

Kapteyn, A., Kooreman, P. et Willemse, R. (1988). Some Methodological Issues in the Implementation of Subjective Poverty Definitions. *The Journal of Human Resources*, *23*(2), 38. doi: 10.2307/145777

Kassankogno, A. I., Ouedraogo, I., Adreit, H., Milazzo, J., Ouedraogo, L. S., Sankara, P. et Tharreau, D. (2016). Analyse de la diversité génétique des isolats de Magnaporthe oryzae du Burkina Faso et du Togo par les marqueurs microsatellites (SSRs). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, *10*(5), 2259-2267. doi: 10.4314/ijbcs.v10i5.25

Keiser, J., De Castro, M. C., Maltese, M. F., Bos, R., Tanner, M., Singer, B. H. et Utzinger, J. (2005). Effect of irrigation and large dams on the burden of malaria on a global and regional scale. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, *72*(4), 392-406. doi: 10.4269/ajtmh.2005.72.392

Khan, H. et Shah, M. (2012). Irrigation, Farm Productivity and Poverty Reduction in KPK: Understanding Direct and Indirect Impacts and Linkages. *Procedia Economics and Finance*, *2*, 292-298. doi: 10.1016/S2212-5671(12)00090-1

Khatun, D. et Roy, B. C. (2012). Rural Livelihood Diversification in West Bengal: Determinants and Constraints. *Agricultural Economics Research Review*, *25*(1), 115-124.

Kibret, S., Alemu, Y., Boelee, E., Tekie, H., Alemu, D. et Petros, B. (2010). The impact of a small-scale irrigation scheme on malaria transmission in Ziway area, Central Ethiopia. *Tropical Medicine & International Health*, *15*(1), 41-50. doi: 10.1111/j.1365-3156.2009.02423.x

Köbrich, C., Rehman, T. et Khan, M. (2003). Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan. *Agricultural Systems*, *76*(1), 141-157. doi: 10.1016/S0308-521X(02)00013-6

Kostrowicki, J. (1977). Agricultural typology concept and method. *Agricultural Systems*, *2*(1), 33-45. doi: 10.1016/0308-521X(77)90015-4

Kotchi, J. K., Ouattara-Coulibaly, Y. R. et N'guessan, G. K. (2018). Impact socio-économique de l'aménagement hydro-rizicole de Guiguidou dans la sous-préfecture de Divo (Côte d'Ivoire). *EchoGéo*, (43), 18. doi: 10.4000/echogeo.15275

Kuivanen, K. S., Alvarez, S., Michalscheck, M., Adjei-Nsiah, S., Descheemaeker, K., Mellon-Bedi, S. et Groot, J. C. J. (2016). Characterising the diversity of smallholder farming systems and their constraints and opportunities for innovation: A case study from the Northern Region, Ghana. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, *78*, 153-166. doi: 10.1016/j.njas.2016.04.003

Kumar, A., Kumar, P. et Sharma, A. N. (2012). Crop diversification in Eastern India: status and determinants. *Indian Journal of Agricultural Economics*, *67*(4), 600-616. Récupéré de https://www.researchgate.net/publication/287254306_Crop_diversification_in_Eastern_India_Status_and_determinants

Laderchi, C. R., Saith, R. et Stewart, F. (2003). Does it Matter that we do not Agree on the Definition of Poverty? A Comparison of Four Approaches. *Oxford Development Studies*, *31*(3), 243-274. doi: 10.1080/1360081032000111698

Landais, E. (1998). Modelling Farm Diversity New Approaches to Typology Building in France. *Agricultural Systems*, *58*(4), 505-527. Récupéré de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X98000651

Lassailly-Jacob, V. (1983). Grands barrages africains et prise en compte des populations locales. *Espace géographique*, *12*(1), 46-58. doi: 10.3406/spgeo.1983.3798

Le Roy, X., Kane, M., Marcellin, C., Sy, M., Ball, O., Diallo, O., … Ba, A. (2005). Pauvreté et accès à l'eau dans la vallée du Sénégal (p. 16). Communication présentée au Pauvreté hydraulique et crises sociales, Agadir, Maroc. Récupéré de https://hal.ird.fr/ird-00179454/file/Le_Roy_-_Pauvrete_et_acces_a_l_eau_dans_la_vallee_du_Senegal.pdf

Leeuwis, C. (2004). Changing views of innovation and the role of science. The 'socio-technical root-system' as a tool for identifying relevant cross-disciplinary research questions (p. 773-783). Communication présentée au Proceedings of the 6th European Symposium of the International Farming Systems Association April 4-7, 2004, Vila Real, Portugal. Récupéré de https://research.wur.nl/en/publications/changing-views-of-innovation-and-the-role-of-science-the-socio-te

Lienou, G., Mahe, G., Piih, S. L., Sighomnou, D., Paturel, J. E. et Bamba, F. (2014). L'aménagement des barrages de retenue d'eau, une stratégie d'adaptation à la sécheresse dans le bassin du fleuve Niger? Dans *Hydrology in a Changing World: Environmental and Human Dimensions* (p. 197-202). Récupéré de https://iahs.info/uploads/dms/16590.37-197-202-363-74-Paper-54--Lienou-et-al.pdf

Lipton, M., Litchfield, J., Blackman, R., De Zoysa, D., Qureshy, L. et Waddington, H. (2003). *Preliminary review of the impact of irrigation on poverty: with special emphasis on Asia* (34). Rome, Italy : FAO, p. 55. Récupéré de https://www.semanticscholar.org/paper/PRELIMINARY-REVIEW-OF-THE-IMPACT-OF-IRRIGATION-ON-Lipton-Litchfield/5c9a542c2e18caa46e8c603f8d39943eed441e0d

Lletí, R., Ortiz, M. C., Sarabia, L. A. et Sánchez, M. S. (2004). Selecting variables for k-means cluster analysis by using a genetic algorithm that optimises the silhouettes. *Analytica Chimica Acta*, *515*(1), 87-100. doi: 10.1016/j.aca.2003.12.020

Lopez-Ridaura, S., Frelat, R., van Wijk, M. T., Valbuena, D., Krupnik, T. J. et Jat, M. L. (2018). Climate smart agriculture, farm household typologies and food security. *Agricultural Systems*, *159*, 57-68. doi: 10.1016/j.agsy.2017.09.007

MA. (1997). *Stratégie opérationnelle de croissance durable des secteurs de l'agriculture et de l'élevage : document d'orientations stratégiques à l'horizon 2010*. Ouagadougou, Burkina Faso : Ministere de l'agriculture du Burkina, p. 24. Récupéré de http://www.beep.ird.fr/collect/cnda/index/assoc/HASH0160.dir/04359.pdf

MA. (1999). *Stratégie de croissance durable du secteur de l'agriculture : plan stratégique opérationnel*. Ouagadougou, Burkina Faso : Ministère de l'agriculture du Burkina, p. 85. Récupéré de http://www.beep.ird.fr/collect/cnda/index/assoc/HASH0157.dir/04374.pdf

MA. (2001). *Programme de développement de la petite irrigation villageoise au Burkina Faso*. Ouagadougou, Burkina Faso : Ministère de l'agriculture du Burkina, p. 6. Récupéré de http://www.beep.ird.fr/collect/cnda/index/assoc/HASHce45.dir/05389.pdf

MAAH. (2017a). *Analyse des contraintes de commercialisation du riz national*. Ouagadougou : Ministère de l'agriculture du Burkina, p. 60.

MAAH. (2017b). *Rapport général des résultats définitifs de la campagne agricole 2016/2017 et des perspectives de la situation alimentaire et nutritionnelle*. Ouagadougou, Burkina Faso : Ministère de l'agriculture du Burkina, p. 95. Récupéré de https://docplayer.fr/60718564-Rapport-general-des-resultats-definitifs-de-la-campagne-agricole-2016-2017-et-des-perspectives-de-la-situation-alimentaire-et-nutritionnelle.html

MAFAP. (2013). *Revue des politiques agricoles et alimentaires au Burkina Faso* [Série rapport pays SPAAA]. Rome, Italie : FAO, p. 234. Récupéré de Zotero : http://www.fao.org/fileadmin/templates/mafap/documents/Burkina_Faso/BURKINA_FASO_Country_Report_FR_July2013.pdf

MAH. (2012a). *Résultats définitifs de la campagne agricole 2011-2012*. Ouagadougou, Burkina Faso : Ministère de l'agriculture du Burkina, p. 56. Récupéré de http://www.cns.bf/spip.php?id_rubrique=12&page=publdetails

MAH. (2012b). *Suivi de la campagne agricole et de la situation alimentaire 2012//2013*. Ouagadougou, Burkina Faso : Ministere de l'agriculture du Burkina, p. 11. Récupéré de Zotero :

MAHRH. (2006). *Politique nationale de développement durable de l'agriculture irriguée : Stratégie, plan d'action, plan d'investissement à l'horizon 2015* [Principal]. Ouagadougou, Burkina Faso : Ministère de l'agriculture du Burkina, p. 181. Récupéré de http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/bkf174080.pdf

MAHRH. (2011). *Résultats définitifs de l'enquête permanente agricole (EPA) : campagne agricole 2009/2010*. Ouagadougou, Burkina Faso : Ministère de l'agriculture du Burkina, p. 104. Récupéré de http://www.cns.bf/spip.php?id_rubrique=12&page=publdetails

Mainguy, C., Ballo, B., Bidou, J.-E., Cissé, I., Droy, I., Generoso, R., … Sinaba, F. (2014). Vulnérabilités et politiques publiques en milieu rural au Mali : les exemples du Bassin cotonnier et du Delta intérieur du Niger. Dans J. Brunet-Jailly, J. Charmes et D. Konaté (dir.), *Le Mali contemporain* (p. 207-240). IRD Éditions. doi: 10.4000/books.irdeditions.21140

Mainguy, C. et Droy, I. (2013). Vulnérabilités des populations rurales en Afrique : Introduction. *Mondes en développement, n° 164*(4), 7-11. doi: 10.3917/med.164.0007

Mamane, A. (2015). *Effets sanitaires aigus de l'exposition aux pesticides en milieu rural: étude dans un pays du nord: étude PhytoRiv: étude dans un pays du sud: PhytoNiger* (Thèse de doctorat). Bordeaux, p. 236. Récupéré de https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01272689/document

Manning, J. G. (2002). Irrigation et État en Égypte antique. *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, *57*(3), 611-623. doi: 10.3406/ahess.2002.280067

MARA. (1995). *Document - cadre de développement de l'irrigation privée : document de travail*. Ouagadougou, Burkina Faso : Ministere de l'agriculture du Burkina, p. 51. Récupéré de Zotero : http://www.beep.ird.fr/collect/cnda/index/assoc/HASHe6ca.dir/03925.pdf#search=%22%201995%20%22

MARA. (1997). *Déclaration de politique de développement agricole durable*. Ouagadougou, Burkina Faso : Ministere de l'agriculture du Burkina, p. 19. Récupéré de Zotero : http://www.beep.ird.fr/collect/cnda/index/assoc/HASH92ca.dir/04355.pdf

MARHASA. (2015). *Résultats définitifs de la campagne agricole 2014/2015 et perspectives de la situation alimentaire et nutritionnelle*. Ouagadougou, Burkina Faso : Ministère de l'agriculture du Burkina, p. 73. Récupéré de http://www.cns.bf/spip.php?id_rubrique=12&page=publdetails

Marzouk, Y. (1989). Sociétés rurales et techniques hydrauliques en Afrique. *Études rurales*, (115-116), 9-36. Récupéré de https://www.persee.fr/doc/rural_0014-2182_1989_num_115_1_3253

MASA. (2013a). *Analyse de la compétitivité de la filière riz local* [Rapport provisoire]. Ouagadougou, Burkina Faso : Ministère de l'agriculture du Burkina, p. 46.

MASA. (2013b). *Résultats définitifs de la campagne agricole et de la situation alimentaire et nutritionnelle 2012/2013*. Ouagadougou, Burkina Faso : Ministère de l'agriculture du Burkina, p. 49. Récupéré de http://www.cns.bf/spip.php?id_rubrique=12&page=publdetails

Masih, I., Maskey, S., Mussá, F. E. F. et Trambauer, P. (2014). A review of droughts on the African continent: a geospatial and long-term perspective. *Hydrology and Earth System Sciences*, *18*(9), 3635-3649. doi: 10.5194/hess-18-3635-2014

Maxwell, D., Constas, M., Frankenberger, T., Klaus, D. et Mock, M. (2015). *Qualitative data and subjective indicators for resilience measurement* (4). Rome, Italy : Food Security Information Network, p. 20. Récupéré de http://www.fsincop.net/fileadmin/user_upload/fsin/docs/resources/1_FSIN_TechnicalSeries_4.pdf

Maxwell, S. (1996). Food security: a post-modern perspective. *Food Policy*, *21*(2), 155-170. doi: 10.1016/0306-9192(95)00074-7

McConnell, D. J. et Dillon, J. L. (1997). *Farm management for Asia: a systems approach* (vol. 13). Rome, Italy : FAO. Récupéré de http://www.fao.org/3/w7365e/w7365e00.htm

McDonald-Wilmsen, B. et Webber, M. (2010). *Dams and Displacement: Raising the Standards and Broadening the Research Agenda*, *3*(2), 142-161. Récupéré de http://www.water-alternatives.org/index.php/all-abs/87-a3-2-10/file

McDowell, C. et de Haan, A. (1997). *Migration and sustainable livelihoods: A critical review of the literature* (65). Brighton, UK : IDS, p. 29. Récupéré de Zotero : https://www.ids.ac.uk/publications/migration-and-sustainable-livelihoods-a-critical-review-of-the-literature/

McKee, T. B., Doesken, N. J. et Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales (p. 6). Communication présentée au Eighth Conference on Applied Climatology, California, USA. Récupéré de https://climate.colostate.edu/pdfs/relationshipofdroughtfrequency.pdf

MEBF. (2012a). *Elaboration du schéma directeur d'aménagement et de mise en valeur de la zone d'utilité publique de Bagré* [Rapport d'étape - version définitive](2). Ouagadougou, Burkina Faso : MEBF, p. 152.

MEBF, R. (2012b). *Elaboration du schéma directeur d'aménagement et de mise en valeur de la zone d'utilité publique de Bagré* [Rapport d'étape - version définitive](1). Ouagadougou, Burkina Faso : MEBF, p. 206. Récupéré de Zotero :

Mechlem, K. (2004). Food Security and the Right to Food in the Discourse of the United Nations. *European Law Journal*, *10*(5), 631-648. doi: 10.1111/j.1468-0386.2004.00235.x

MED. (2004). *Cadre stratégique de lutte contre la pauvreté*. Ouagadougou, Burkina Faso : Ministère de l'économie du Burkina, p. 139. Récupéré de http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/bkf147140.pdf

MEF. (2000). *Burkina Faso : cadre stratégique de lutte contre la pauvreté*. Ouagadougou, Burkina Faso : Ministère de l'économie du Burkina, p. 65. Récupéré de http://siteresources.worldbank.org/INTPRS1/Resources/Country-Papers-and-JSAs/Burkina_PRSP_French.pdf

MEF. (2011). *Stratégie de croissance accélérée et de développement durable 2011 - 2015*. Ouagadougou, Burkina Faso : Ministère de l'économie du Burkina, p. 116. Récupéré de http://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/285812/

MERH. (2015). *Annuaire des statistiques de l'environnement 2013*. Ouagadougou, Burkina Faso : Ministère de l'environnement du Burkina, p. 290. Récupéré de http://www.cns.bf/spip.php?id_rubrique=63&page=publdetails

Merry, S. E. (1988). Legal pluralism. *Law and Society Review*, *22*(5), 869-896. doi: 10.2307/3053638

Michielsens, C. G. J., Lorenzen, K., Phillips, M. J. et Gauthier, R. (2002). Asian carp farming systems: towards a typology and increased resource use efficiency. *Aquaculture Research*, *33*(6), 403-413. doi: 10.1046/j.1365-2109.2002.00686.x

Morduch, J. (1994). Poverty and vulnerability. *The American Economic Review*, *84*(2), 221-225. Récupéré de https://www.jstor.org/stable/2117833?seq=1/subjects

Moret, W. (2014). *Vulnerability assessment methodologies: A review of the literature*. USA : USAID, p. 90. Récupéré de Zotero : https://www.fhi360.org/sites/default/files/media/documents/Vulnerability%20Assessment%20Literature%20Review.pdf

Moret, W. (2017). *Vulnerability assessment methodologies: A review of the literature: Second Edition* (Second Edition). USA : USAID, p. 28. Récupéré de https://www.marketlinks.org/library/vulnerability-assessment-methodologies-review-literature-2nd-edition

MRA. (2015). *Annuaires des statistiques de l'élevage 2014*. Ouagadougou, Burkina Faso : Ministère des ressources animales du Burkina, p. 177. Récupéré de http://cns.bf/spip.php?id_rubrique=38&page=publdetails

Mulenga, G. (2013). *Développement de corridors économiques en Afrique : Bien-fondé de la participation de la Banque africaine de développement* (1). Tunis, Tunisie : AFDB, p. 12. Récupéré de Zotero : https://www.afdb.org/fr/documents/document/regional-integration-brief-developing-economic-corridors-in-africa-rationale-for-the-participation-of-the-afdb-32380

Namara, R. E., Hanjra, M. A., Castillo, G. E., Ravnborg, H. M., Smith, L. et Van Koppen, B. (2010). Agricultural water management and poverty linkages. *Agricultural Water Management*, *97*(4), 520-527. doi: 10.1016/j.agwat.2009.05.007

Nébié, O. (1993). Les aménagements hydro-agricoles au Burkina Faso: Analyse et bilan critiques. *Travaux de l'Institut Géographique de Reims*, *83*(1), 123-140. doi: 10.3406/tigr.1993.1617

Nébié, O. (2005). *Expérience de peuplement et stratégies de développement dans la vallée du Nakambé Burkina Faso*. Neuchâtel, p. 353. Récupéré de https://core.ac.uk/download/pdf/20639050.pdf

Nederlof, E. S. et Pyburn, R. (dir.). (2012). *One finger cannot lift a rock: facilitating innovation platforms to trigger institutional change in West Africa*. Amsterdam : Royal Tropical Institute, p. 132.

Nkhata, R. (2014). *Does irrigation have an impact on food security and poverty?* [Working Paper](4). Washington, DC, USA : IFPRI, p. 20. Récupéré de Zotero : https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/masspwp4.pdf

Nüsser, M. (2014). *Large dams in Asia: contested environments between technological hydroscapes and social resistance*. Switzerland : Springer, Dordrecht, p. 175. Récupéré de https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-94-007-2798-4

OCDE. (2010). *Gestion des risques dans l'agriculture une approche holistique.* (OCDE). Paris : OCDE, p. 207. Récupéré de https://www.oecd.org/fr/publications/gestion-des-risques-dans-l-agriculture-9789264075337-fr.htm

Olney, D. K., Pedehombga, A., Ruel, M. T. et Dillon, A. (2015). A 2-Year Integrated Agriculture and Nutrition and Health Behavior Change Communication Program Targeted to Women in Burkina Faso Reduces Anemia, Wasting, and Diarrhea in Children 3–12.9 Months of Age at Baseline: A Cluster-Randomized Controlled Trial. *The Journal of Nutrition*, *145*(6), 1317-1324. doi: 10.3945/jn.114.203539

ONEF. (2016). *Annuaire statistique du marché de l'emploi 2015*. Ouagadougou, Burkina Faso : Observatoire national de l'emploi et de la formation (ONEF), p. 91. Récupéré de http://cns.bf/IMG/pdf/annuaire_statistique_serie_onef_2016_vf_signature_ministre16122016.pdf

ONEF. (2018). *Annuaire statistique du marché de l'emploi 2017*. Ouagadougou, Burkina Faso : Observatoire national de l'emploi et de la formation (ONEF), p. 78. Récupéré de http://cns.bf/IMG/pdf/annuaire_statistique_2017__onef_08012019_kws_vf1.pdf

Oppenheimer, M., Campos, M., Warren, R., Birkmann, J., Luber, G., O'Neill, B. et Takahashi, K. (2014). Emergent risks and key vulnerabilities. Dans *Climate change 2014 impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects* (Cambridge University Press, vol. II, p. 1039-1099). New York, USA. Récupéré de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf

Oréade-Brèche. (2014). *Audit social des populations impactées par le projet de barrage de Bagré* [Final](SFG1817 V1). Ouagadougou, Burkina Faso : Bagrépôle, p. 53. Récupéré de http://documents.worldbank.org/curated/en/708871468021011079/pdf/SFG1817-V1-RP-FRENCH-P119662-PUBLIC-Disclosed-2-15-2016.pdf

Ouedraogo, I. (2008). *Incidence de l'helminthosporiose du riz au Burkina Faso et caractérisation des populations de l'agent pathogène [Bipolaris oryzae (Breda de Haan) Shoemaker]*. Ouagadougou, p. 150. Récupéré de http://www.beep.ird.fr/collect/uouaga/index/assoc/M07182.dir/M07182.pdf

Ouedraogo, S. (2015a). Technical and economic efficiency of rice production in the Kou valley (Burkina Faso): Stochastic frontier approach. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, *5*(2), 53-63. doi: 10.18488/journal.1005/2015.5.2/1005.2.53.63

Ouedraogo, S. (2015b). Technical and economic efficiency of rice production on the irrigated plain of Bagre (Burkina Faso): A stochastic frontier approach. *Journal of Economics and Sustainable Development*, *6*(14), 78-85. Récupéré de https://www.iiste.org/Journals/index.php/JEDS/article/view/24426

Pacini, G. C., Colucci, D., Baudron, F., Righi, E., Corbeels, M., Tittonell, P. et Stefanini, F. M. (2014). Combining multi-dimensional scaling and cluster analysis to describe the diversity of rural households. *Experimental Agriculture*, *50*(3), 376-397. doi: 10.1017/S0014479713000495

PAM. (2014). *Analyse globale de la vulnérabilité, de la sécurité alimentaire et de la nutrition (AGVSAN): Burkina Faso*. Rome, Italie : PAM, p. 108. Récupéré de https://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/ena/wfp266835.pdf?_ga=2.29199932.1424089030.1557153412-2090945113.1557153412

Pangaribowo, E. H., Gerber, N. et Torero, M. A. (2013). Food and Nutrition Security Indicators: A Review. *SSRN Electronic Journal*, 64. doi: 10.2139/ssrn.2237992

Papazian, H. et d'Aquino, P. (2017). La diversité des perceptions d'acteurs comme essence d'un pluralisme de régulation foncière au Sahel rural. *Espaces et sociétés*, *168-169*(1), 235-250. doi: 10.3917/esp.168.0235

Paul, B. K., Frelat, R., Birnholz, C., Ebong, C., Gahigi, A., Groot, J. C. J., … van Wijk, M. T. (2018). Agricultural intensification scenarios, household food availability and greenhouse gas emissions in Rwanda: Ex-ante impacts and trade-offs. *Agricultural Systems*, *163*, 16-26. doi: 10.1016/j.agsy.2017.02.007

Perrot, C. (1990). Typologie d'exploitations construite par agrégation autour de pôles définis à dire d'experts: Proposition méthodologique et premiers résultats obtenus en Haute-Marne. *INRA Prod. Anim.*, *3*(1), 51-66. Récupéré de https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00895889/document

Petit, B. (1993). L'ajustement structurel et la position de la Communauté européenne. *Tiers-Monde*, *34*(136), 827-850. doi: 10.3406/tiers.1993.4804

Philip, D. et Rayhan, Md. I. (2004). *Vulnerability and poverty: What are the causes and how are they related*. Bonn, Germany : Universität Bonn, p. 28. Récupéré de Zotero : https://www.zef.de/fileadmin/downloads/forum/docprog/Termpapers/2004_3a_Philip_Rayan.pdf

Picard, F., Coulibaly, M. et Smaller, C. (2017). *L'émergence des pôles de croissance agricoles en Afrique* (6). Winnipeg, Canada : International Institute for Sustainable Development (IISD), p. 13. Récupéré de Zotero : https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/rise-agricultural-growth-poles-in-africa-fr.pdf

PNDES. (2016). *Plan national de développement économique et social (PNDES) 2016-2020*. Ouagadougou, Burkina Faso : Présidence du Faso, p. 97. Récupéré de http://cns.bf/IMG/pdf/pndes_2016-2020-3.pdf

PNSAN. (2013). *Politique nationale de sécurité alimentaire et nutritionnelle* [Version finale]. Ouagadougou, Burkina Faso : p. 67. Récupéré de http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/bkf141993.pdf

PNUD. (2018). *Indices et indicateurs de développement humain 2018 Mise à jour statistique*. Communications Development Incorporated, Washington DC, USA : PNUD, p. 123. Récupéré de http://hdr.undp.org/sites/default/files/2018_human_development_statistical_update_fr.pdf

Porhel, R. et Léon, A. (2014). L'influence des corridors dans le développement régional : le cas de l'East African Community. *Les Cahiers d'Afrique de l'Est / The East African Review*, *48 | 2014*, 17-36. Récupéré de https://journals.openedition.org/eastafrica/380

Quinn, C. H., Huby, M., Kiwasila, H. et Lovett, J. C. (2003). Local perceptions of risk to livelihood in semi-arid Tanzania. *Journal of Environmental Management*, *68*(2), 111-119. doi: 10.1016/S0301-4797(03)00013-6

Raschid-Sally, L., Akoto-Danso, E. K., Kalitsi, E. A. K., Ofori, B. D. et Koranteng, R. T. (2008). The resettlement experience of ghana analyzed via case studies of the Akosombo and Kpong Dams (p. 25). Communication présentée au The ninth annual symposium on poverty research, Sri Lanka. Récupéré de http://rlarrdc.org.in/images/The%20Resettlement%20Experience%20of%20Ghana%20-%20Final%20Paper.pdf

Ravallion, M. (1992). *Poverty comparisons : A guide to concepts and methods* (LSM88). Washington, DC, USA : The World Bank, p. 138. Récupéré de http://documents.worldbank.org/curated/en/290531468766493135/Poverty-comparisons-a-guide-to-concepts-and-methods

Ravallion, M. (1998). *Poverty lines in theory and practice*. Washington, DC : World Bank, p. 35.

Reardon, T., Taylor, J. E., Stamoulis, K., Lanjouw, P. et Balisacan, A. (2000). Effects of Non-Farm Employment on Rural Income Inequality in Developing Countries: An Investment Perspective. *Journal of Agricultural Economics*, *51*(2), 266-288. doi: 10.1111/j.1477-9552.2000.tb01228.x

Redfern, S. K., Azzu, N. et Binamira, J. S. (2012). Rice in Southeast Asia: facing risks and vulnerabilities to respond to climate change. Dans *Building Resilience For Adaptation To Climate Change In The Agriculture Sector* (p. 295-315). Rome : FAO/OECD. Récupéré de http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3239171

Ricome, A., Affholder, F., Gérard, F., Muller, B., Poeydebat, C., Quirion, P. et Sall, M. (2017). Are subsidies to weather-index insurance the best use of public funds? A bio-economic farm model applied to the Senegalese groundnut basin. *Agricultural Systems*, *156*, 149-176. doi: 10.1016/j.agsy.2017.05.015

Riddell, P. J., Westlake, M. et Burke, J. (2006). *Demand for products of irrigated agriculture in Sub-Saharan Africa*. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, p. 127. Récupéré de http://www.fao.org/3/a0736e/a0736e00.htm

Righi, E., Dogliotti, S., Stefanini, F. M. et Pacini, G. C. (2011). Capturing farm diversity at regional level to up-scale farm level impact assessment of sustainable development options. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *142*(1-2), 63-74. doi: 10.1016/j.agee.2010.07.011

Rijswijk, K. et Percy, H. (2015). *Farming within limits: using an agricultural innovation systems approach to identify barriers and opportunities for change*, 83-92.

Ritzema, R. S., Frelat, R., Douxchamps, S., Silvestri, S., Rufino, M. C., Herrero, M., … van Wijk, M. T. (2017). Is production intensification likely to make farm households food-adequate? A simple food availability analysis across smallholder farming systems from East and West Africa. *Food Security*, *9*(1), 115-131. doi: 10.1007/s12571-016-0638-y

Rogers, R. (2012). *Overview of the Rice Value Chain in Burkina Faso, Ghana, Nigeria, and Tanzania*. Bill and Melinda Gates Foundation, p. 11. Récupéré de Zotero :

Rondeau, A. (1975). La Conférence mondiale de l'Alimentation ou le triomphe de la rhétorique. Rome, 5-16 novembre 1974. *Tiers-Monde*, *16*(63), 671-684. doi: 10.3406/tiers.1975.2578

Roudart, L. et Dave, B. (2013). Superficies agricoles minimales assurant la viabilité économique des exploitations rizicoles familiales de l'Office du Niger (Mali). *Cahiers Agricultures*, (5), 411–417. doi: 10.1684/agr.2013.0654

Roudart, L., Mazoyer, M., Dave, B. et Coulibaly, M. (2012). *Etude de faisabilité de la proposition du SEXAGON paysans investisseurs : première partie la faisabilité économique de la proposition du SEXAGON* [Final]. Bamako, Mali : ULB, p. 95. Récupéré de http://www.inter-reseaux.org/IMG/pdf/Rapport_final_-_Paysans_Investisseurs_-_Partie_1_annexes_-_Cecid_-_avril_2012-1.pdf

Ruffeis, D., Loiskandl, W., Spendlingwimmer, R., Schönerklee, M., Awulachew, S. B., Boelee, E. et Wallner, K. (2008). *Environmental Impact Analysis of Two Large Scale Irrigation Schemes in Ethiopia*, 370-388. Récupéré de https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/38262

Sabo, I., Kouraogo, H., Kaboré, S., Sebego, M. et Guene, H. (2014). *Croissance économique et pauvreté monétaire des ménages au Burkina Faso : rôles des inégalités, de la productivité et de la vulnérabilité des revenus*. Washington, DC, USA : PNUD, p. 82. Récupéré de https://www.bf.undp.org/content/burkina_faso/fr/home/library/doctrav/roles-inegalites.html

Sallu, S. M., Twyman, C. et Stringer, L. C. (2010). Resilient or Vulnerable Livelihoods? Assessing Livelihood Dynamics and Trajectories in Rural Botswana. *Ecology and Society*, *15*(4), 35. doi: 10.5751/ES-03505-150403

Samuel, O., Dion, S., St-Laurent, L. et April, M.-H. (2012). *Indicateur de risque des pesticides du Québec: IRPeQ : santé et environnement*. Quebec : p. 48. Récupéré de http://www.deslibris.ca/ID/239743

Sanfo, S. et Gérard, F. (2012). Public policies for rural poverty alleviation: The case of agricultural households in the Plateau Central area of Burkina Faso. *Agricultural Systems*, *110*, 1-9. doi: 10.1016/j.agsy.2012.02.006

Sangaré, D. (2011). *Etude de marché sur le riz local*. Ouagadougou, Burkina Faso : Oxfam et UNPR--B, p. 68.

Saravia Matus, S. L., Cimpoies, D. et Ronzon, T. (2013). *Typology and indicators to characterize agricultural holdings for improved policy formulation* [Intermediate]. Rome, Italy : FAO, p. 84. Récupéré de Zotero : http://www.fao.org/3/a-bl332e.pdf

Schenkel, W. (1994). Les systèmes d'irrigation dans l'Egypte ancienne et leur genèse. *Archéo-Nil*, *4*, 27-35. Récupéré de https://core.ac.uk/download/pdf/35123617.pdf

Schmitzberger, I., Wrbka, Th., Steurer, B., Aschenbrenner, G., Peterseil, J. et Zechmeister, H. G. (2005). How farming styles influence biodiversity maintenance in Austrian agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *108*(3), 274-290. doi: 10.1016/j.agee.2005.02.009

Scoones, I. (1998). Sustainable rural livelihoods a framework for analysis. *IDS Working Paper*, (72), 22. Récupéré de https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/bitstream/handle/123456789/3390/Wp72.pdf?sequence=1&i

Scoones, I. (2015). *Sustainable livelihoods and rural development* (2e éd.). London, UK : Practical Action Publishing, p. 168. Récupéré de https://developmentbookshop.com/sustainable-livelihoods-and-rural-development

Scoones, I., Smalley, R., Hall, R. et Tsikata, D. (2014). *Narratives of scarcity: understanding the 'global resource grab'* [Working Paper](076). FAC, p. 34. Récupéré de Zotero : https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a089caed915d622c0003d3/FAC_Working_Paper_076.pdf

Seaman, J. A., Sawdon, G. E., Acidri, J. et Petty, C. (2014). The Household Economy Approach. Managing the impact of climate change on poverty and food security in developing countries. *Climate Risk Management*, *4-5*, 59-68. doi: 10.1016/j.crm.2014.10.001

Seaman, J., Clarke, P., Boudreau, T. et Holt, J. (2000). *The household economy approach: a resource manual for practitioners*. London : Save the Children, p. 175. Récupéré de https://resourcecentre.savethechildren.net/library/household-economy-approach-resource-manual-practitioners

Segda, Z., Haefele, S. M., Wopereis, M. C. S., Sedogo, M. P. et Guinko, S. (2004). Agro-economic characterization of rice production in a typical irrigation scheme in Burkina Faso. *Agronomy Journal*, *96*(5), 1314–1322. doi: 10.2134/agronj2004.1314

Segda, Z., Zongo, F., Sié, M., Mando, A., Haefele, M. S., Wopereis, M. C. S., … Sedogo, M. P. (2006). Mise au point d'un itinéraire technique optimal de production du riz irrigué dans la plaine de Bagré au Burkina Faso (p. 302-312). Communication présentée au Proceedings of the 3rd regional rice research review (4Rs 2004), Accra, Ghana : Africa Rice Center (WARDA). Récupéré de http://www.africarice.org/publications/ROCARIZ%20Proceedings_complete%20version.pdf

Sen, A. (1981). *Poverty and famines: An essay on entitlement and deprivation* (Oxford University Press). London, UK : p. 266.

Sen, A. (1993). Capability and Well-Being. Dans *The Quality of Life* (p. 30-54). New York, USA : Oxford University Press. doi: 10.1093/0198287976.001.0001

Séré, Y., Sy, A. A., Sié, M., Onasanya, A., Akator, S. K., Kabore, B., … Kiepe, P. (2011). *Importance of varietal improvement for Blast Disease control in Africa* [70]. Japan : JIRCAS, p. 14. Récupéré de http://www.irag-guinee.org/doc/chapter_9.pdf

Serrat, O. (2008). *The sustainable livelihoods approach* (15). Manila, Philippines : Asian Development Bank, p. 5. doi: 10.1007/978-981-10-0983-9_5

Shantha, A. A. et Ali, A. B. G. H. (2013). Impact of large-scale irrigation schemes on poverty alleviation in the dry-zone of Sri Lanka (p. 128-135). Communication présentée au Proceeding - Kuala Lumpur International Business, Economics and Law Conference, Kuala Lumpur, Malaysia. Récupéré de https://www.researchgate.net/publication/236236146_Impact_of_Large-Scale_Irrigation_Schemes_on_Poverty_Alleviation_in_the_Dry-Zone_of_Sri_Lanka

Sheahan, M., Barrett, C. B. et Goldvale, C. (2017). Human health and pesticide use in Sub-Saharan Africa. *Agricultural Economics*, *48*(S1), 27-41. doi: 10.1111/agec.12384

Sierra, J., Causeret, F. et Chopin, P. (2017). A framework coupling farm typology and biophysical modelling to assess the impact of vegetable crop-based systems on soil carbon stocks. Application in the Caribbean. *Agricultural Systems*, *153*, 172-180. doi: 10.1016/j.agsy.2017.02.004

Skinner, J., Niasse, M. et Haas, L. (2009). *Partage des bénéfices issus des grands barrages en Afrique de l'Ouest*. International Institute for Environment and Development, p. 91. Récupéré de https://pubs.iied.org/pdfs/12555FIIED.pdf

Smit, B. et Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, *16*(3), 282-292. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008

Smith, K., Barrett, C. B. et Box, P. W. (2000). Participatory Risk Mapping for Targeting Research and Assistance: With an Example from East African Pastoralists. *World Development*, *28*(11), 1945-1959. doi: https://doi.org/10.1016/S0305-750X(00)00053-X

Smith, L. E. D. (2004). Assessment of the contribution of irrigation to poverty reduction and sustainable livelihoods. *International Journal of Water Resources Development*, *20*(2), 243-257. doi: 10.1080/0790062042000206084

Sojka, R. E., Bjorneberg, D. L. et Entry, J. A. (2002). Irrigation: an historical perspective. *Encyclopedia of Soil Science*, *1*(1070), 745-749. Récupéré de https://eprints.nwisrl.ars.usda.gov/815/

Somé, S. A. (2007). *La question du développement économique au Burkina Faso* (DT–CAPES N° 2007-36). Ouagadougou, Burkina Faso : CAPES, p. 34. Récupéré de https://www.capes.bf/IMG/pdf/dt36_la_question_dev_economq-burkinafaso.pdf

SONAGESS. (2013). *Annuaire des prix des produits agricoles 2012*. Ouagadougou, Burkina Faso : SONAGESS, p. 110.

SONAGESS. (2015). *Annuaire des prix des produits agricoles 2014*. Ouagadougou, Burkina Faso : SONAGESS, p. 112.

Soule, M. J. (2001). Soil Management and the Farm Typology: Do Small Family Farms Manage Soil and Nutrient Resources Differently than Large Family Farms? *Agricultural and Resource Economics Review*, *30*(02), 179-188. doi: 10.1017/S106828050000112X

Stanovnik, T. (1992). Perception of poverty and income satisfaction. *Journal of Economic Psychology*, *13*(1), 57-69. doi: 10.1016/0167-4870(92)90052-9

Stensland, S. (2012). Typology of landowners in Norwegian salmon angling: attitudes towards river owner organisations and management actions. *Fisheries Management and Ecology*, *19*(4), 273-282. doi: 10.1111/j.1365-2400.2011.00829.x

Stührenberg, L. (2016). *Développer l'irrigation en Afrique de l'Ouest : vieux rêves et nouveaux défis* (22). Paris, France : Inter-Réseaux, p. 8. Récupéré de http://www.inter-reseaux.org/IMG/pdf/bds22_irrigation.pdf

Swift, J. (1989). Why are Rural People Vulnerable to Famine? *IDS Bulletin*, *20*(2), 8-15. doi: 10.1111/j.1759-5436.1989.mp20002002.x

Sy, I. (2013). The Subjective Approach as a Tool for Understanding Poverty: The Case of Senegal. *Procedia Economics and Finance*, *5*, 336-345. doi: 10.1016/S2212-5671(13)00040-3

Takeshima, H., Adeoti, A. et Popoola, O. A. (2016). *The impact on farm household welfare of large irrigation dams and their distribution across hydrological basins: Insights from northern Nigeria* (35). Washington, DC, USA : IFPRI, p. 20. Récupéré de Zotero : http://www.ifpri.org/publication/impact-farm-household-welfare-large-irrigation-dams-and-their-distribution-across

Tapsoba, A. (2016). *Diagnostic de la situation socio-économique des ménages agricoles : cas du périmètre irrigué de Bagré (Burkina Faso)* (Mémoire de Master). CIHEAM-IAMM, p. 106. Récupéré de https://www.iamm.ciheam.org/ress_doc/opac_css/doc_num.php?explnum_id=15009

Tiffen, M., Mortimore, M. et Gichuki, F. (1994). *More people, less erosion: environmental recovery in Kenya*. Nairobi, Kenya : ACTS Press, p. 326.

Tittonell, P., Muriuki, A., Shepherd, K. D., Mugendi, D., Kaizzi, K. C., Okeyo, J., … Vanlauwe, B. (2010). The diversity of rural livelihoods and their influence on soil fertility in agricultural systems of East Africa – A typology of smallholder farms. *Agricultural Systems*, *103*(2), 83-97. doi: 10.1016/j.agsy.2009.10.001

Todde, G., Murgia, L., Caria, M. et Pazzona, A. (2016). A multivariate statistical analysis approach to characterize mechanization, structural and energy profile in Italian dairy farms. *Energy Reports*, *2*, 129-134. doi: 10.1016/j.egyr.2016.05.006

Totin, E., van Mierlo, B., Saïdou, A., Mongbo, R., Agbossou, E., Stroosnijder, L. et Leeuwis, C. (2012). Barriers and opportunities for innovation in rice production in the inland valleys of Benin. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, *60-63*, 57-66. doi: 10.1016/j.njas.2012.06.001

Tourrand, J.-F. et Landais, E. (1994). Aménagements hydrauliques et développement : stratégies paysannes d'adaptation dans le delta du fleuve Sénégal (1984-1991). *Natures Sciences Sociétés*, *2*(3), 212-228. doi: 10.1051/nss/19940203212

Touzard, I. et Ferraton, N. (2009). *Comprendre l'agriculture familiale: Diagnostic des systèmes de production* (1ere éd.). Versailles, France : Quae - CTA, Presses agronomiques de Gembloux, p. 135. Récupéré de https://www.quae.com/produit/34/9782759203406/comprendre-l-agriculture-familiale

Tschakert, P. (2007). Views from the vulnerable: Understanding climatic and other stressors in the Sahel. *Global Environmental Change*, *17*(3-4), 381-396. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2006.11.008

Turner, B. L., Kasperson, R. E., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., … Schiller, A. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science.

Proceedings of the National Academy of Sciences, *100*(14), 8074-8079. doi: 10.1073/pnas.1231335100

Turral, H., Burke, J. et Faurès, J.-M. (2011). *Climate change, water and food security* (36). Rome, Italy : FAO, p. 200. Récupéré de http://www.fao.org/3/i2096e/i2096e.pdf

UN. (1948). The Universal Declaration of Human Rights. Dans *un.org*. Récupéré de https://www.un.org/en/universal-declaration-human-rights/index.html

UN. (1975). *Report of the world food conference*. New York, USA : UN, p. 16. Récupéré de http://ernaehrungsdenkwerkstatt.de/fileadmin/user_upload/EDWText/Abbildungen/Vorlesung_OLT/Surveillance_Nutrition_Resolution_1974_ICN_Infos.pdf

UN. (2018). *Guide on Poverty Measurement*. UN, p. 218. doi: 10.18356/b6557c18-en

UNESCO. (2003). Senegal River Basin, Guinea, Mali, Mauritania, Senegal. Dans *Water for People, Water for Life : A joint report by the twenty three UN agencies concerned with freshwater* (Berghahn Books, p. 447-463). Baseline Arts Ltd, Oxford. Récupéré de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000129556

UNISDR. (2004). *Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives* (2004 version, vol. 1). New York : United Nations, p. 457. Récupéré de https://www.unisdr.org/we/inform/publications/657

USDA. (2012). Surface Irrigation. Dans *National Engineering Handbook* (p. 131). Washington, DC, USA : USDA. Récupéré de https://www.wcc.nrcs.usda.gov/ftpref/wntsc/waterMgt/irrigation/NEH15/ch4.pdf

Valbuena, D., Groot, J. C. J., Mukalama, J., Gérard, B. et Tittonell, P. (2015). Improving rural livelihoods as a "moving target": trajectories of change in smallholder farming systems of Western Kenya. *Regional Environmental Change*, *15*(7), 1395-1407. doi: 10.1007/s10113-014-0702-0

van den Bold, M., Dillon, A., Olney, D., Ouedraogo, M., Pedehombga, A. et Quisumbing, A. (2015). Can Integrated Agriculture-Nutrition Programmes Change Gender Norms on Land and Asset Ownership? Evidence from Burkina Faso. *The Journal of Development Studies*, *51*(9), 1155-1174. doi: 10.1080/00220388.2015.1036036

van Mierlo, B., Arkesteijn, M. et Leeuwis, C. (2010a). Enhancing the Reflexivity of System Innovation Projects With System Analyses. *American Journal of Evaluation*, *31*(2), 143-161. doi: 10.1177/1098214010366046

van Mierlo, B., Regeer, B., Van Amstel, M., Arkesteijn, M., Beekman, V., Bunders, J., … Leeuwis, C. (2010b). *Reflexive monitoring in action : A guide for monitoring system innovation projects*. Wageningen, The Netherlands : Wageningen University, p. 106. Récupéré de https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/149471

van Schilfgaarde, J. (1994). Irrigation — a blessing or a curse. *Agricultural Water Management*, *25*(3), 203-219. doi: 10.1016/0378-3774(94)90061-2

Varshney, R. S. (1995). Modern methods of irrigation. *GeoJournal*, *35*(1), 59-63. doi: 10.1007/BF00812626

Venot, J. P., Dare, W., Kabore, E., Gérard, F., Tapsoba, A., Idani, D. et Carboni, S. (2017). Ideologies development models and irrigated land tenure : the Bagré irrigation project in Burkina Faso (p. 31). Communication présentée au The 2017 World Bank conference on land and poverty the World Bank, Washington, DC, USA. Récupéré de http://agritrop.cirad.fr/585367/

Viollet, P.--Louis. (2014). A short history of ancient canals for agriculture and industry (p. 12). Communication présentée au Industrial and agricultural canals, Lleida, Espagne. Récupéré de http://www.shf-hydro.org/force_document.php?fichier=doc_143.pdf&fichier_old=A_short_history_of_canals_.pdf

von Braun, J. et Meinzen-Dick, R. (2009). *"Land grabbing" by foreign investors in developing countries: risks and opportunities* (13). Washington, DC, USA : IFPRI, p. 4. Récupéré de Zotero : https://www.landcoalition.org/sites/default/files/documents/resources/ifpri_land_grabbing_apr_09-2.pdf

Watts, M. J. et Bohle, H. G. (1993). The space of vulnerability: the causal structure of hunger and famine. *Progress in Human Geography*, *17*(1), 43-67. doi: 10.1177/030913259301700103

WCD. (2000). *Dams and development: a new framework for decision-making*. London : Earthscan, p. 404.

Whatmore, S. (1994). Farm Household Strategies and Styles of Farming: Assessing the Utility of Farm Typologies. Dans *Born from within: Practice and perspectives of endogenous rural development* (vol. 53, p. 31-37). Van Gorcum, Assen, The Netherlands. Récupéré de https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/358326#page=43

Wopereis, M. C. S., Donovan, C., NebieÂ, B., Guindo, D. et N'Diaye, M. K. (1999). Soil fertility management in irrigated rice systems in the Sahel and Savanna regions of West Africa Part I. Agronomic analysis. *Field Crops Research*, 125-145.

World Bank. (1964). *The economy of Upper Volta* (AF-22a). Washington, DC, USA : World Bank, p. 40. Récupéré de http://documents.worldbank.org/curated/en/341011468236068515/Upper-Volta-The-economy

World Bank. (1969). *Situation et perspectives économiques de la Haute Volta* (AW-1a). Washington, DC, USA : World Bank, p. 70. Récupéré de http://documents.worldbank.org/curated/en/941151468020053268/Situation-et-perspectives-economiques-de-la-Haute-Volta

World Bank. (1970a). *Le développement économique de la Haute Volta (en quatre volumes) Volume I Rapport principal* [Principal](AW-19a). Washington, DC, USA : World Bank, p. 101. Récupéré de http://documents.worldbank.org/curated/en/670551468235157919/Rapport-principal

World Bank. (1970b). *Le développement économique de la Haute Volta (en quatre volumes) volume II Agriculture* (AW-19a). Washington, DC, USA : World Bank, p. 146. Récupéré de http://documents.worldbank.org/curated/en/256051468227659013/Agriculture

World Bank. (1972). *Conjoncture économique et perspectives de croissance de la Haute Volta, mise à jour* (AW-34a). Washington, DC, USA : World Bank, p. 66. Récupéré de http://documents.banquemondiale.org/curated/fr/621211468005974626/Conjoncture-economique-et-perspectives-de-croisssance-de-la-Haute-Volta-mise-a-jour

World Bank. (1973). *Evaluation d'un projet de secours contre la sécheresse Afrique de l'ouest* (229a-WA). Washington, DC, USA : World Bank, p. 120. Récupéré de http://documents.worldbank.org/curated/en/170611468299337490/Afrique-de-lOuest-Projet-de-Secours-Contre-la-Secheresse

World Bank. (1979). *Mémorandum économique de la Haute – Volta* (2146-UV). Washington, DC, USA : World Bank, p. 87. Récupéré de http://documents.worldbank.org/curated/en/329061468231274783/Haute-Volta-M%C3%A9morandum-%C3%A9conomique

World Bank. (1983). *Haute Volta : investissement dans les ressources humaines - Memorandum économique* (4040-UV, Vol 1). Washington, DC, USA : World Bank, p. 155. Récupéré de http://documents.worldbank.org/curated/en/756391468229502124/Haute-Volta-Memorandum-economique-investissement-dans-les-ressources-humaines

World Bank. (1986). *Poverty and hunger : issues and options for food security in developing countries* (9275). Washington, DC, USA : World Bank, p. 82. Récupéré de http://documents.worldbank.org/curated/en/166331467990005748/Poverty-and-hunger-issues-and-options-for-food-security-in-developing-countries

World Bank. (1989). *Burkina Faso - Memorandum économique* (7594-BUR, Vol 1). Washington, DC, USA : World Bank, p. 176. Récupéré de http://documents.worldbank.org/curated/en/341631468231276908/Rapport-principal

World Bank. (1998). *Projet pilote de developpement de l'irrigation privee et des activites connexes* (18692-BUR). Washington, DC, USA : World Bank, p. 50. Récupéré de http://documents.worldbank.org/curated/en/813881468227115519/Burkina-Faso-Projet-pilote-de-developpement-de-lirrigation-privee-et-des-activites-connexes

World Bank. (2001). *World Development Report 2000/2001 : Attacking Poverty* (22684). New York: Oxford University Press : World Bank, p. 356. Récupéré de https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/11856

World Bank. (2004). *Water Resources Sector Strategy: Strategic Directions for World Bank Engagement*. Washington, DC, USA : The World Bank, p. 88. doi: 10.1596/0-8213-5697-6

World Bank. (2007). *World development report 2008 : Agriculture for development*. Washington, DC, USA : World Bank, p. 386. Récupéré de https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/5990

World Bank. (2013). *Burkina Faso - Revue diagnostique des depenses publiques de base dans le secteur agricole (2004-2012)* (83162, Vol 1). Washington, DC, USA : World Bank, p. 143. Récupéré de http://documents.worldbank.org/curated/en/783191468211810478/Burkina-Faso-Revue-diagnostique-des-depenses-publiques-de-base-dans-le-secteur-agricole-2004-2012

World Bank. (2018). *Poverty and Shared Prosperity 2018: Piecing Together the Poverty Puzzle*. Washington, DC, USA : World Bank, p. 201. Récupéré de https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30418

Yaméogo, L. (2005). *Territorialisation hydraulique et développement local autour du lac de Bagre (Burkina Faso)* (Thèse de doctorat). Università di Padova, p. 272. Récupéré de https://books.google.fr/books/about/Territorialisation_hydraulique_et_develo.html?id=pcyOOAAACAAJ&redir_esc=y

Young, H., Jaspars, S., Brown, R., Frize, J. et Khogali, H. (2001). *Food-security assessments in emergencies: a livelihoods approach*. London, UK : ODI, p. 40. Récupéré de Zotero : https://www.files.ethz.ch/isn/96840/networkpaper036.pdf

Zidouemba, P. (2014). *Sécurité alimentaire, productivité agricole et investissements publics au Burkina Faso: une analyse à l'aide d'un modèle d'Équilibre Général Calculable dynamique et stochastique* (Thèse pour obtenir le grade de Docteur). Montpellier, SupAgro, p. 280. Récupéré de http://www.theses.fr/2014NSAM0050

Zingore, S., Wairegi, L. et Ndiaye, M. K. (2014). *Guide pour la gestion des systèmes de culture de riz*. Nairobi, Kenya : Consortium Africain pour la Santé des Sols, p. 60. Récupéré de Zotero : http://africasoilhealth.cabi.org/wpcms/wp-content/uploads/2016/06/French-Rice-Guide-A4-BW-lowres.pdf

Zorom, M., Barbier, B., Mertz, O. et Servat, E. (2013). Diversification and adaptation strategies to climate variability: A farm typology for the Sahel. *Agricultural Systems*, *116*, 7-15. doi: 10.1016/j.agsy.2012.11.004

Annexes

Annexe 1: Valorisation des recherches menées

Publications et communications

Tapsoba A., Gérard F., Daré W., 2020, « Assessing household vulnerability to food insecurity and adaptive capacity in large-scale irrigation scheme », Paper accepted for a poster presentation at the 4th International Conference on Global Food Security 2020, 6-9 December 2020, Le Corum, Montpellier, France.

Tapsoba A., Gérard F., Daré W., 2018, « Grands périmètres irrigués et résilience des paysans au Sahel. Le cas de Bagré au Burkina Faso », *Revue internationale des études du développement* 2018/3 (N° 235), p. 147-176. https://doi.org/10.3917/ried.235.0147

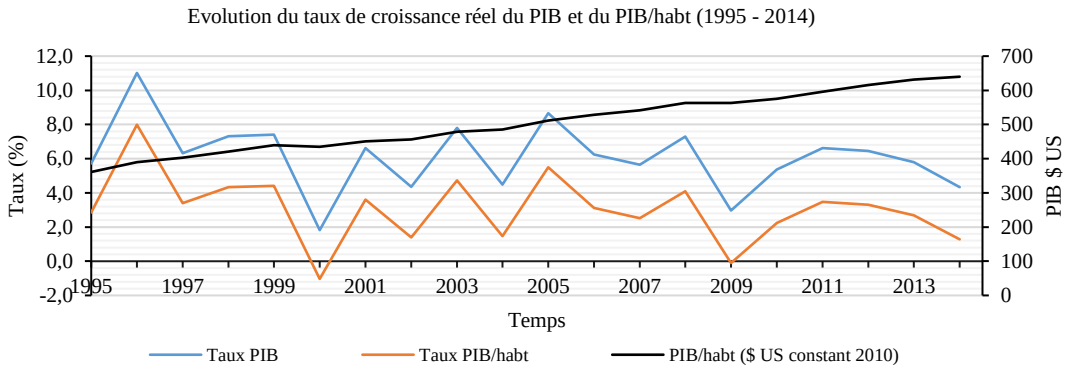
Autres publications (même zone d'étude)

Daré W., Venot J-P., Kaboré E., **Tapsoba A**., Traoré F., Gérard F., Carboni S., Idani D., Kambiré H., Napon K., 2019. **«** Grands aménagements hydroagricoles, inégalités environnementales et participation : le cas de Bagré au Burkina Faso ». *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 19, Numéro 1, mars 2019, 37 P. DOI : 10.4000/vertigo.23971 https://journals.openedition.org/vertigo/23971

Venot J.P., Daré W., Kaboré E., Gérard F., **Tapsoba A.,** Idani D., Simone C., 2017, « *Ideologies Development models and irrigated land tenure : the Bagré irrigation project in Burkina Faso* », Paper prepared for presentation at the 2017 World Bank conference on land and poverty the World Bank - Washington dc, March 20-24, 2017, 31 p http://agritrop.cirad.fr/585367/

ANNEXES DU CHAPITRE 2

Annexe 2: Evolution du taux de croissance du PIB réel au Burkina Faso de 1995 à 2014 (Source : Base de données, Banque Mondiale), https://data.worldbank.org/country/burkina-faso



Annexe 3 : Productions céréalières en milliers de tonnes et parts de l'agriculture irriguée

	Production de céréales			Production de maïs			Production de riz		
	Total	Irrigué	Part de l'irrigué en%	Total	Irrigué	Part de l'irrigué en %	Total	Irrigué	Part de l'irrigué en %
2004	2637	57	2,15	481	6,7	1,39	75	50	67
2005	3650	57	1,57	799	6,8	0,85	94	51	54
2006	3681	69	1,89	867	11,7	1,35	114	58	51
2007	**3089**	57	1,84	534	12,4	2,33	69	44	64
2008	**4359**	113	2,60	1014	13,1	1,29	195	100	51
2009	3627	138	3,80	895	16,6	1,86	214	121	57
2010	4561	156	3,43	1133	13,4	1,18	271	143	53
2011	**3666**	135	3,69	1077	21,9	2,03	241	113	47
2012	**4899**	175	3,57	1556	19,0	1,22	319	156	49
2013	4870	177	3,63	1585		0,00	305	177	58
2014	4469	230	5,14	1423	36,6	2,57	348	193	56

2015	4190	221	5,28	1470	28,1	1,92	325	193	59
2016	4567	233	5,10	1603	22,6	1,41	385	210	55

Sources : http://countrystat.org/home.aspx?c=BFA&ta=233EPA01&tr=128; http://burkinafaso.opendataforafrica.org/

Annexe 4: Typologie des systèmes irrigués au Burkina Faso

Selon la typologie établie, on distingue 4 types de systèmes irrigués (MAHRH, 2006) :

Grands périmètres qui s'étendent de plusieurs centaines à des milliers d'ha. Les investissements liés aux ouvrages de mobilisation d'eau et les aménagements sont réalisés par l'État. L'alimentation se fait à partir de retenues d'eau à régulations pluriannuelles ou par pompage sur des cours d'eau pérennes. La mise en valeur des terres est basée principalement sur le paysannat, avec une promotion récente de l'agrobusiness. Le riz est la spéculation dominante.

Périmètres moyens qui ont une superficie comprise entre 20 ha et 100 ha. Les investissements sont réalisés par l'État et quelquefois par le privé et les ONG. L'irrigation se fait par gravitation en aval de barrages ou par pompage autour de lacs naturels. Le mode de mise en valeur dominant est l'exploitation individuelle familiale. Les spéculations sont le riz et le maraîchage.

Petite irrigation s'étend d'un ha à plus d'une centaine d'ha. On distingue *l'irrigation privée* dont les investissements (études, aménagements, mise en valeur) sont réalisés par des promoteurs privés de type capitaliste qui ont le choix libre des spéculations (MARA, 1995). On y trouve de l'arboriculture, du riz, du maïs, du maraîchage, etc. *La petite irrigation villageoise*, dont les terres sont irriguées par calebasse ou pompe à pédales, et souvent aménagées par l'État ou des ONG à travers des projets.

Bas-fonds qui sont des périmètres variant autour d'une vingtaine d'ha ou plus. Ce sont des systèmes d'aménagement avec maîtrise partielle de l'eau, où les exploitations sont gérées par des familles ou des coopératives et destinées principalement au riz, au maïs, au sorgho et au maraîchage en saison sèche.

ANNEXES DU CHAPITRE 3

Annexe 5: Fiche des enquêtes socioéconomiques menées à Bagré en janvier 2017

QUESTIONNAIRE D'ENQUETES SOCIOECONOMIQUES DES MENAGES AGRICOLES ZONE DE BAGRE, JANVIER 2017

Nom de l'enquêteur..... Date de l'enquête...../...../.....
Nom du village ..... Rive ..... Périmètre .....

1. Caractéristiques du chef d'exploitation (CE)

1.1. Nom du **chef d'exploitation** (CE)..... Age (CE).....ans
1.2. Sexe **I __ I** (Masculin=1 Féminin =2)
1.3. Ethnie **I ___ I** (Mossi =1 Bissa=2 autre =3), si autre, précisez ___
1.4. Etes-vous immigré ou autochtone ? **I __ I** (Immigré=1 Autochtone =2)

Si immigré, région d'origine ..... Date d'installation .....

1.5. Le CE sait-il lire et écrire ? **I _____I** (oui =1 Non = 2)
1.6. Quel est le **niveau scolaire** du CE? **I _____I (**Aucun=0 Primaire=1 Secondaire=3 Universitaire=4)
1.7. Un ou plusieurs membres du ménage adhèrent-ils à une **organisation sociale et/ou paysanne** ?

I_____ I (Oui =1 Non =2) Si la réponse est non, aller à la **question 2**

1.8. Si oui, à quelles organisations adhèrent-ils ?

Nom de l'organisation	Cotisez-vous pour ces OP ? Oui = 1 Non = 2	si oui, pour quel montant (fcfa/an)	En quoi cette organisation vous est-elle utile ? **Choix multiple** (aide au crédit = 1, aide à l'accès au marché =2, entraide = 3, Autres = 4 (précisez).
UPRB			
---			

2. Inventaire du capital humain du ménage (membres du ménage)

2.1. Avez-vous suivi **des formations agricoles** ces deux dernières années ? **I _____ I** (Oui =1 Non=2)

Si non, allez à la **question 2.2**

2.1.1. Si oui, combien de formations avez-vous suivies ? **I____I**
(Une formation = 1 Deux formations =2 Trois formations et plus=3)

2.1.2. Ces formations étaient-elles payantes? **I_____I (**Oui =1 Non =2)

2.1.3. Sur quels aspects techniques ces formations ont-elles porté ? **I___I** (Repiquage/semi = 1 Pépinière =2 Traitements =3 Autres =4)

Si autres, précisez :

.....
.....
.....

2.2. Quel est **le nombre total de personnes** qui composent le ménage ? **I_____I**

2.3. Combien **d'actifs familiaux** composent le ménage ? **I _____ I**

2.4. **Recensement des membres du ménage et des activités extra-agricoles pratiquées**

N°	Nom et Prénom	Age	Sexe M=1 F=2	Émigré ? si oui dans quelle zone (Ouaga, Étranger, UE, …)	Actif ? Oui =1 Non =2	Types d'activités extra-agricoles	Nombre de mois/jours de travail	Période de l'activité, si saisonnière	Revenu annuel (FCFA)
1	CE								
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

Types d'activités extra-agricoles (**Pêche, commerce, salariat agricole, artisanat, transformation, gardiennage, orpaillage, cueillette, vente bois de chauffe, autres**, etc.)**.** A remplir une activité par ligne. Si un membre exerce plusieurs activités, ajoutez-les, les unes après les autres suivant les lignes en dessous.
NB : les membres du ménage regroupent tous ceux qui vivent dans le foyer à savoir le CE, ses épouses, ses enfants vivant avec eux, ses belles filles, ses petits-enfants et toutes les autres personnes qui ne sont pas de la famille mais qui y vivent depuis plus de 6 mois ou ayant l'intention d'y vivre plus de 6 mois (définition de l'EPA Burkina Faso).

3. Inventaire des dotations en facteurs de production

3.1. Inventaire des terres

3.1.1. Quelle est la **SAU totale** de l'exploitation familiale ?
SAU totale_____ ha

3.1.2. Quelle est **la répartition de la SAU totale entre surface irriguée et surface pluviale** ?
SAU irriguée _____ha SAU pluviale _____ ha Autre SAU_____ ha

3.1.3. Quelle est **la répartition de la SAU totale selon le mode d'acquisition ?**
Héritage_____ ha, Attributaire _____ha, SAU louée _____ ha,
Prêt _____ ha, Dons _____ ha

3.1.4. Quelle est la répartition de **la SAU totale par types de cultures** et **la répartition de la SAU de chaque culture** selon le mode d'acquisition (remplir le tableau ci-dessous) ?

		Répartition de la SAU de chaque culture selon le mode d'acquisition					
Cultures	SAU par types de cultures	SAU héritée	SAU Attributaire	Location		Prêt	Dons
				SAU louée	Durée location		
Unités	ha	ha	ha	ha	mois	ha	ha
Riz irrigué							
Riz pluvial							
Maïs							
Mil							
Sorgho							
Arachide							
Niébé							
Voandzou							
Gombo							
Tomate							
Oignon							
Choux							
…							

3.1.5. Quel événement a provoqué la transmission des terres héritées ? **I_____I**
(Décès du CE précédent =1 Remplacement du précédent CE=2 Éclatement de la famille =3 Autres =4)
Si autres, précisez :
.....
.....

3.1.6. Comment se passe le processus d'acquisition des terres louées ? **I_____I**
(Marché =1 Agence =2 Voisinage =3 Connaissance de la famille =4 Parents =5 Autres =6) **Choix multiple**
Si autres, précisez :
.....
.....

3.1.7. De qui avez-vous acquis les terres en don ou en prêt ? **I_____I**
(Voisinage=1 Connaissance de la famille =2 Parents =3 Autres =4)
Si autres, précisez :
.....
.....

3.2. **Quels sont les différents effectifs du cheptel du ménage ?** (Remplir le tableau ci-dessous)

	Effectifs (têtes)	Naissances/an (têtes)	Ventes/an (têtes)
Bœufs de trait			
Bovins (bœufs)			
Ovins (moutons)			
Caprins (chèvres)			
Porcins			
Volailles			
Anes			
…			

3.2. Quels sont les différents effectifs des équipements du ménage ? (Remplir tableau ci-dessous)

	Nombres	Années d'acquisition	Coûts d'acquisition	État actuel (bon état =1, moyen =2, inutilisable=3)	Votre besoin actuel en équipements
Motopompes					
Herses					
Motoculteurs					
Tractions animales					
Charrettes					
Tricycles					
….					

4. Production, vente, autoconsommation, charge

4.1. **Production végétale**

4.1.1. Données sur la riziculture irriguée en double campagne (remplir le tableau ci-dessous)

Riziculture irriguée en double campagne (deux dernières campagnes récoltées)						
				Unités	Campagne 1	Campagne 2
Production						
Production paddy				kg		
Vente de paddy				kg		
Prix au kg				fcfa/kg		
Chiffre d'affaire				fcfa		
Autoconsommation en paddy				kg		
Stock au moment de la récolte				kg		
Charges						
Semence				kg		
Coût au kg				fcfa/kg		
Coût total semence				fcfa		
Engrais				sacs		
Coût au sac				fcfa/sac		
Coût total engrais				fcfa		
Pesticides				kg ou l		
Coût au litre ou kg				fcfa/kg		
Coût total pesticide				fcfa		
Redevance eau				fcfa		
Carburant				fcfa		
Charges Opérations culturales	Activités réalisées par : (remplir **F**, **S**, ou **P**) *	Nombre de jours de travail si **F** ou **S**	Nombre d'actifs ayant travaillé si **F** ou **S**		Dépenses des opérations campagne 1 (FCFA)	Dépenses des opérations campagne 2 (FCFA)
Labour						
Hersage						
Planage						
Repiquage						
Récolte et ramassage						
Battage						
Vannage						
Transport du riz						
Emballages						
Autres						
Location de parcelles						
Equipements loués						
Circuits de ventes						

*Dans la colonne activités réalisées, mettre le codage (**F** : pour travail familial, **S** : pour main d'œuvre salariale, **P** : pour prestation d'entreprises locales).

Si l'activité est réalisée par la famille **(F)**, remplir uniquement les deux colonnes suivantes en donnant le nombre de jours de travail et le nombre d'actifs. Si l'activité est réalisée par la main d'œuvre salariale **(S),** remplir les deux colonnes suivantes en donnant le nombre de jours de travail et le nombre d'actifs ayant travaillé et ensuite remplir les deux dernières colonnes en donnant le montant des charges payées à **S pour cette opération**. Si l'activité est réalisée par prestation d'entreprises locales (**P**), passer directement aux deux dernières colonnes pour remplir **les charges payées**

Code colonne équipements loués (M : motopompe, H : herse, T : traction animale, R : motoculteur, C : charrette, L : tricycle, A : autres). S'il y a eu location d'équipements, remplir les deux dernières colonnes en mettant les charges de location.

Circuits de vente code : (U = unités de transformation, M= marché local, E= acheteurs étrangers, L = acheteurs locaux, C = autres circuits).

4.1.2. **Cultures en campagne unique** (données de la dernière campagne. Pour les produits maraîchers, données des douze derniers mois si plusieurs campagnes)

	Prod	**Vente**						**Semences**			**Engrais**			**Pesticides**			**Carburts et taxes**	**Loc équip**
	Prod	Vente	Prix unitaire	CA	Circuits ventes	Auto Conso	Stock lors des récoltes	Qté	Coût unitaire	Charge totale	sacs	Coût unitaire	Total	Qté	Coût unitaire	Total		
unités	kg	kg	fcfa/kg	fcfa		kg	kg	kg	fcfa	fcfa/kg	kg	fcfa	fcfa	kg/l	fcfa/kg	fcfa	fcfa	fcfa
Riz pluvial																		
Maïs																		
Mil																		
Sorgho																		
Arachide																		
Niébé																		
Voandzou																		
Gombo																		
Tomate																		
Oignon																		
Choux																		
….																		

Circuits de vente code : (U = unités de transformation, M= marché local, E= acheteurs étrangers, L = acheteurs locaux, C = autres circuits)
Code colonne équipements loués (M : motopompe, H : herse, T : traction animale, R : motoculteur, C : charrette, L : tricycle, A : autres)
S'il y a eu location d'équipements, mettre les charges correspondantes dans la même colonne

Cultures en campagne unique (suite du tableau)

	Charges des opérations culturales si main d'œuvre salariale et/ou prestation d'entreprises locales											
	Labour	Pépinière	Hersage	Planage	Repiquage ou semi	Sarclage	Traitement	Irrigation	Récolte	Ramassage	Battage	Vannage
Riz pluvial (coût en fcfa)												
Activités réalisées												
Nb de jours de travail												
Nombre d'actifs												
Maïs (coût en fcfa)												
Activités réalisées												
Nb de jours de travail												
Nombre d'actifs												
Mil (coût en fcfa)												
Activités réalisées												
Nb de jours de travail												
Nombre d'actifs												
Sorgho (coût en fcfa)												
Activités réalisées												
Nb de jours de travail												
Nombre d'actifs												
Arachide (coût en fcfa)												
Activités réalisées												
Nb de jours de travail												
Nombre d'actifs												
Niébé (coût en fcfa)												
Activités réalisées												
Nb de jours de travail												
Nombre d'actifs												
Voandzou (coût en fcfa)												
Activités réalisées												
Nb de jours de travail												
Nombre d'actifs												
Gombo (coût en fcfa)												
Activités réalisées												
Nb de jours de travail												

Nombre d'actifs												
Tomate (coût en fcfa)												
Activités réalisées												
Nb de jours de travail												
Nombre d'actifs												
Oignon (coût en fcfa)												
Activités réalisées												
Nb de jours de travail												
Nombre d'actifs												
Choux (coût en fcfa)												
Activités réalisées												
Nb de jours de travail												
Nombre d'actifs												
…..												

Dans la ligne activités réalisées, mettre le codage (**F** : pour travail familial, **S** : pour main d'œuvre salariale, **P** : pour prestation d'entreprises locales)
Si l'activité est réalisée par la famille **(F)**, remplir uniquement les deux lignes en dessous en donnant le nombre de jours de travail et le nombre d'actifs.
Si l'activité est réalisée par la main d'œuvre salariale **(S),** remplir les deux lignes en dessous en donnant le nombre de jours de travail et le nombre d'actifs ayant travaillé et ensuite remplir la ligne de dessus en donnant le montant des charges payées à **la main d'œuvre pour cette opération**
Si l'activité est réalisée par prestation d'entreprises locales (**P**), remplir uniquement la ligne de dessus en mettant **les charges payées pour la prestation.**

4.1.3. **A quelles dates ont lieu les différentes activités culturales ?** (Remplir tableau ci-dessous)

Cultures	Labour	Semi/repiquage	Sarclage	Récolte
Riz pluvial				
Maïs				
Mil				
Sorgho				
Arachide				
Niébé				
Voandzou				
Gombo				
Tomate				
Oignon				
Choux				

4.1.4. Avez-vous bénéficié cette année **d'une entraide** pour la réalisation de certaines opérations culturales ? **I_____I**

(Oui =1 Non =2)

Si non passez à la **question 4.2**

4.1.5. Si oui, pour quelles opérations culturales **I_____I**

(Labour=1, Pépinière =2, Hersage = 3, Planage= 4, Repiquage/semi=5, Sarclage= 6 Traitements= 7, Irrigation= 8, Récolte =9, Ramassage= 10, Battage = 11, Vannage= 12)

4.1.6. Quelle main d'œuvre avez-vous mobilisée ?

Nombres de jours de travail	Nombres de participants	Dépenses totales effectuées (nourriture) pour la prise en charge de ces personnes (fcfa)

4.2. **Quelle est la production animale ces douze derniers mois ?** (Remplir tableau ci-dessous)

	Bœufs	**Chèvres**	**Moutons**	**Volailles**	**Autres**
Production					
Nombre de têtes Vendues					
Prix /tête (fcfa)					
Chiffre d'affaire (fcfa)					
Autoconsommation					
Nombre de têtes autoconsommées					
Prix/tête (prix du marché en fcfa)					
Valeur totale (fcfa)					
Charges animales					
Achat de son (fcfa)					
Vaccination (fcfa)					
Autres charges (fcfa)					
Charges M.O (fcfa)					
Autres					
…					

5. Pratiques agricoles

5.1. Utilisez-vous dans vos champs **des semences améliorées** ? **I _____ I**
(Oui=1 Non=2)
Si non, passez à la **question 5.4**

5.2. Si oui, pour quelles cultures ? **I _____ I**
Choix multiple
(Riz irrigué=1, Riz pluvial =2, Maïs =3, Mil=4, Sorgho= 5, Arachide=6, Niébé= 7 Voandzou = 8, Gombo = 9, Tomate= 10, Oignon= 11, Choux = 12, autres=13)
Si autres, précisez
.....
.....
.....
.....

5.3. Cela permet-il d'améliorer vos rendements agricoles ? **I _____ I** (Oui =1, Non=2)
Si non, dites-nous pourquoi ?
.....
.....
.....
.....

5.4. Utilisez-vous de **la fumure organique** ? **I___I**
(Oui =1 Non =2)

5.5. Si oui, pour quelles cultures ? **I_____I**
Choix multiple
(Riz irrigué=1, Riz pluvial =2, Maïs =3, Mil=4, Sorgho= 5, Arachide=6, Niébé= 7 Voandzou = 8, Gombo = 9, Tomate= 10, Oignon= 11, Choux = 12, autres=13)
Si autres, précisez
.....
.....
.....
.....

5.6. Cela permet-il d'améliorer vos rendements agricoles ? **I___I**
(Oui =1, Non=2)
Si non, dites-nous pourquoi ?
.....
.....
.....
.....

5.7. Quels sont les produits chimiques que vous utilisez ? (Remplir le tableau ci-dessous)

Types	Noms des produits utilisés	Pour quelles cultures
Herbicides		
Insecticides		
Fongicides		

Pour la colonne des cultures, mettre les codes suivants (Riz irrigué=1, Riz pluvial =2, Maïs =3, Mil=4, Sorgho= 5 Arachide= 6, Niébé= 7, Voandzou = 8, Gombo = 9, Tomate= 10, Oignon= 11, Choux = 12, autres= 13– préciser)

5.8. Connaissez-vous **l'origine de ces produits** que vous utilisez ? **I___I**
(Oui =1 Non=2)

5.9. Avez-vous une connaissance des **doses requises** pour le traitement ? **I__I**

(Oui =1 Non =2)
Si oui, quelles sont les doses ?
.....
.....
.....

Si non, sur quelles bases faites-vous le dosage des pesticides?
.....
.....
.....

5.10. Utilisez-vous des **équipements de protection** pour les produits phytosanitaires ? **I__I**
(Oui =1 Non =2)
Si non, connaissez-vous les dangers liés aux produits phytosanitaires et quels sont-ils ?
.....
.....
.....
.....

6. Dons et transferts d'argent reçus par le ménage et ses membres

6.1. Avez-vous reçu des **transferts d'argent** ces 12 derniers mois ? **I__I**
(Oui =1 Non=2)
Si non, passez à la **question 6.3**

6.2. Si oui, quels montants de quelles personnes ? (Remplir le tableau ci-dessous)

Origines des fonds	Montant/mois (FCFA)	Montant total annuel (FCFA)	Si quelques mois, citez les
Transferts reçus des membres de la famille émigrés			
Transferts reçus d'autres parents ou frères			
Autres transferts			

6.3. Avez-vous reçu **des dons en natures ou en espèces** ces 12 derniers mois ? **I__I**
(Oui =1 Non =2)

Si non, passez à la **question 7.**

6.4. Si oui, remplissez le tableau ci-dessous

Types de dons	Donateurs	Si céréales (quantités en kg)	Valeur en FCFA (prix du marché pour les céréales)

7. Accès au crédit, endettement et épargne du ménage

7.1. Avez-vous souvent recours au crédit ? **I _____ I**
(Oui =1 Non =2).

7.2. Si non, pourquoi ? et comment faites-vous pour financer vos besoins de trésorerie ?
.....

.....
.....
.....
.....

7.3. Si oui, remplir le tableau ci-dessous

Type de crédit	Institutions de crédit (Caisse, Banque)		Auprès d'une OP	Auprès d'une tierce personne
	Montant (fcfa)	Taux d'intérêt		
Financer l'activité agricole				
Main d'œuvre salariale				
Achat d'équipements				
Intrants agricoles				
Dépense de consommation				
Financer des activités extra-agricoles				
Payer des médicaments (santé)				
Payer la scolarité des enfants				
Dette (crédit non remboursé après échéance)				
Epargne actuelle				
Types de garanties demandées par les prêteurs				

8. Quelles ont été les **dépenses familiales** effectuées par le ménage ces 12 derniers mois ? (Remplir le tableau ci-dessous)

	Quantité (kg)	**Montant (FCFA)**
Achat de maïs		
Achat de mil		
Achat de riz		
Achat sorgho		
Autres céréales achetées		
Santé		
Scolarité		
Légumes		
Viandes		
Vêtements		
Boissons et sucreries		
Autres		

9. Circuits de commercialisation des produits agricoles

9.1. Avez-vous eu cette année **des difficultés de commercialisation** de certains de vos produits agricoles ? **I_I**

(Oui =1 Non =1)

Si non, passez à la **question 9.4**

9.2. Si oui, quels sont les produits concernés ? **I_____I Choix multiple**

(Riz irrigué=1 Riz pluvial =2 Maïs =3 Mil=4 Sorgho= 5 Arachide=6 Niébé= 7 Voandzou = 8 Gombo = 9 Tomate= 10 Oignon= 11 Choux = 12 autres=4)

9.3. Quel était **le principal problème** ? **I _____ I**

(Absence d'acheteurs =1 Surproduction =2 Ventes à crédit =3 Autres =4)

Si autres, précisez

.....
.....
.....

9.4. Avez-vous vendu certaines productions à crédit ? **I___I**

(Oui =1 Non=1)

Si non, passez à la **question 10.**

9.5. Si oui, combien de temps après avez-vous reçu vos paiements ? **I___I**

(Quelques jours à 1 mois après =1 plus de 2 mois après =2 plus de 3 mois après =3)

9.6. Si vous vendez à crédit comment financez-vous vos dépenses ? **I___I**

(Emprunt bancaire =1 Vente de bétail =2 Retards dans l'activité agricole=3 Recours aux revenus extra-agricoles=4 Autres=5)

Si autres, précisez

.....
.....
.....

10. Analyse de la vulnérabilité du ménage et de la sécurité alimentaire

10.1. Comment était la campagne agricole de 2015 ? **I___I**

(Bonne année =1 Mauvaise année =2 Année normale=3)

Selon vous pourquoi ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

10.2. Que pensez-vous de la campagne de **cette année 2016** ? **I___I**

(Meilleure que 2015=1 Similaire que 2015=2 Moins bonne que 2015 =3)

Selon vous pourquoi ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

10.3. Quelles **mauvaises années** avez-vous connues ces 15 dernières années ?

Citez les mauvaises années depuis 2000	Pourquoi l'année était-elle mauvaise ? (perte de production=1, baisse des prix =2, les deux =3, autres=4 (précisez)	Cela est dû à quoi ? (inondation=1, sécheresse=2, épizootie=3, autres=4 (précisez)	Conséquence (baisse du revenu=1, des stocks alim=2, restriction sur alimentation=3, autres=4 (précisez)

10.4. Quelles **bonnes années** avez-vous connues ces 15 dernières années ?

Citez les bonnes années depuis 2000	Pourquoi ? (hausse de production=1, hausse de prix=2, les deux=3, autres=4 (précisez)	Cela est dû à quoi ? (bonne pluie=1, nouvelle technique=2, autres=3 (précisez)	Conséquence ? (Hausse du revenu=1, Investissement=1 Epargne=3 autres=4 (précisez)

10.5. **Quelles stratégies adoptez-vous pour faire face aux mauvaises années ?**

☐ Ventes d'animaux
☐ Réallocation du revenu aux dépenses prioritaires
☐ Réduction de la qualité et du nombre de repas/jour
☐ Emprunt de vivres auprès des OP ou de tierce personne
☐ Contraction de crédit
☐ Mise de la parcelle en location
☐ Demande de soutien à d'autres parents
☐ Recours à l'épargne du ménage
☐ Recours aux revenus extra-agricoles
☐ Autres, précisez : ……

10.6. **Que privilégiez-vous les bonnes années si vous gagnez plus d'argent?**

☐ Réinvestir dans l'activité agricole
☐ Constituer une épargne de précaution
☐ Faire plaisir à la famille
☐ Rembourser des dettes
☐ Démarrer une activité extra-agricole
☐ Autres, précisez : ……

10.7. **Arrivez**-vous à **satisfaire vos besoins alimentaires** les années normales ?

.....
.....
.....

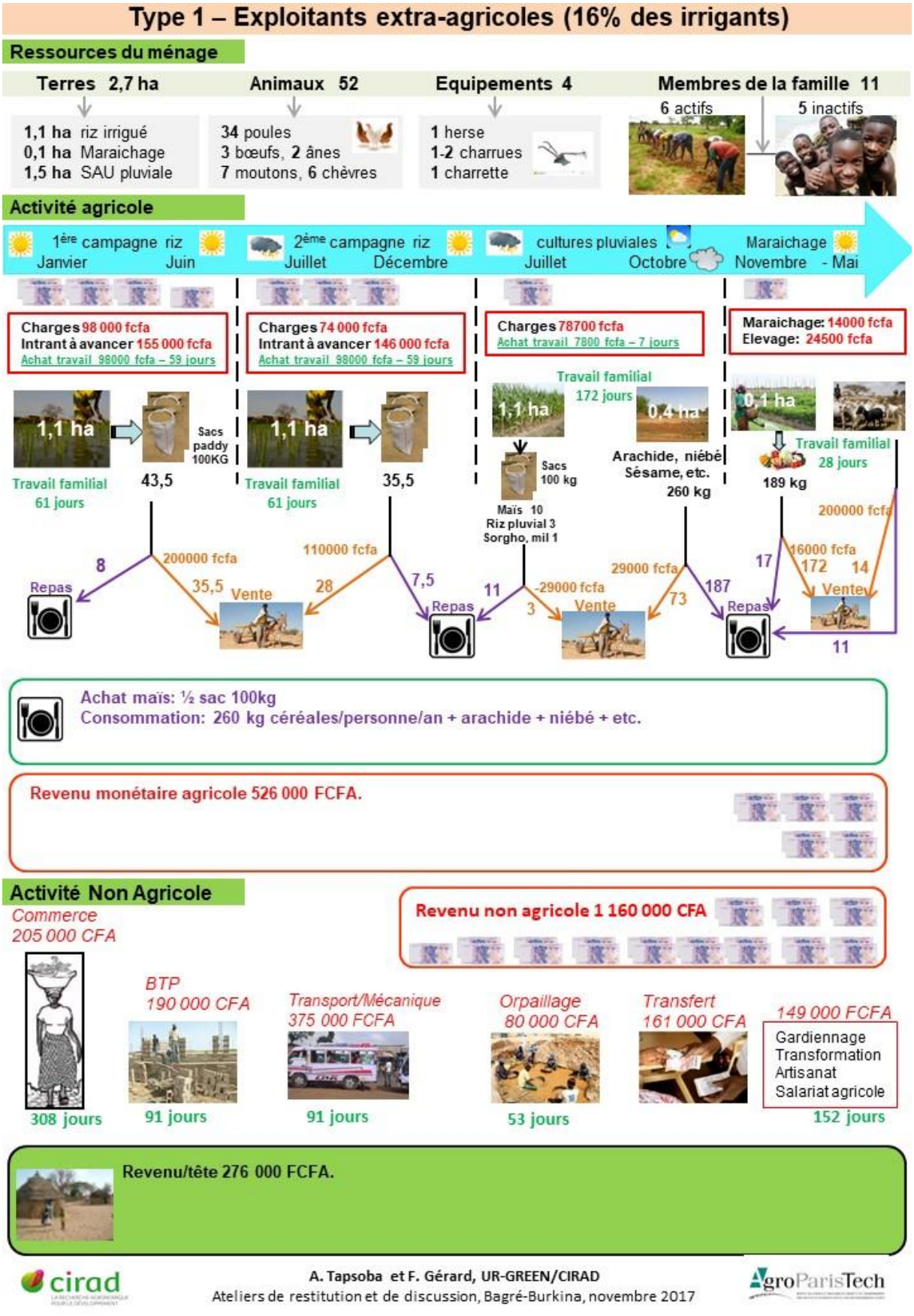
10.8. **Q**uelles politiques pourraient améliorer efficacement votre niveau de vie ?

.....
.....
.....
.....

10.9. Comment voyez-vous votre situation économique dans 5 ans, 10 ans ?

.....
.....
.....

Annexe 6: Posters des ateliers participatifs (Bagré novembre et décembre 2017)



Type 2 : Petits exploitants agricoles (15% des irrigants)

Ressources du ménage

Terres 1,56 ha

0,90 ha riz irrigué
0,02 ha Maraichage
0,64 ha SAU pluviale

Animaux 39

29 poules
1 âne
5 moutons, **4** chèvres

Equipements 2

1 charrue
1 charrette

Membres de la famille 8

4 actifs

4 inactifs

Activité agricole

1ère campagne riz Janvier – Juin
2ème campagne riz Juillet – Décembre
cultures pluviales Juillet – Octobre
Maraichage Novembre – Mai

Charges 71 500 fcfa
Intrant à avancer 120 000 fcfa
Achat travail 76500 fcfa – 47 jours

Travail familial 49 jours

Sacs paddy 100KG

32

Charges 63 500 fcfa
Intrant à avancer 114 000 fcfa
Achat travail 76500 fcfa – 47 jours

Travail familial 49 jours

26,5

Charges: 38 000 fcfa
Achat travail 6900 fcfa – 2 jours

Travail familial 90 jours

Sacs 100 kg

Maïs 4
Riz pluvial 1
Sorgho, mil 1

Arachide, niébé
Sésame, etc.
117 kg

Maraichage 6000 fcfa
Elevage 14000 fcfa

79 kg

Travail familial 79 jours

80000 fcfa
5000 fcfa
17
50
29
18000 fcfa
47
70
40000 fcfa
3
3
7,5
97000 fcfa
24,5
20
55000 fcfa
6,5
Repas
Vente
Repas
Vente
Repas
Vente

Achat maïs: 4 sacs 100 kg
Consommation: 280 kg céréales/personne/an + arachide + niébé + gombo + ...

Revenu monétaire agricole 295 000 FCFA.

Activité Non Agricole

Revenu non agricole 547 000 CFA

Commerce
72 000 CFA

170 jours

BTP
57 000 CFA

30 jours

Artisanat
112 000 FCFA

122 jours

Orpaillage
80 000 CFA

38 jours

Transfert
100 000 CFA

126 000 FCFA

Gardiennage
Transformation
Mécanique
Pêche

188 jours

Revenu/tête 193 000 FCFA.

A. Tapsoba et F. Gérard, UR-GREEN/CIRAD
Ateliers de restitution et de discussion, Bagré-Burkina, novembre 2017

Type 3 : Locataires de parcelles de riz irrigué (14% irrigants)

Ressources du ménage

Terres 3,7 ha

1,85 ha riz irrigué
0,30 ha Maraichage
1,55 ha SAU pluviale

Animaux 47

34 poules
2 bœufs, **1** âne
7 moutons, **3** chèvres

Equipements 3

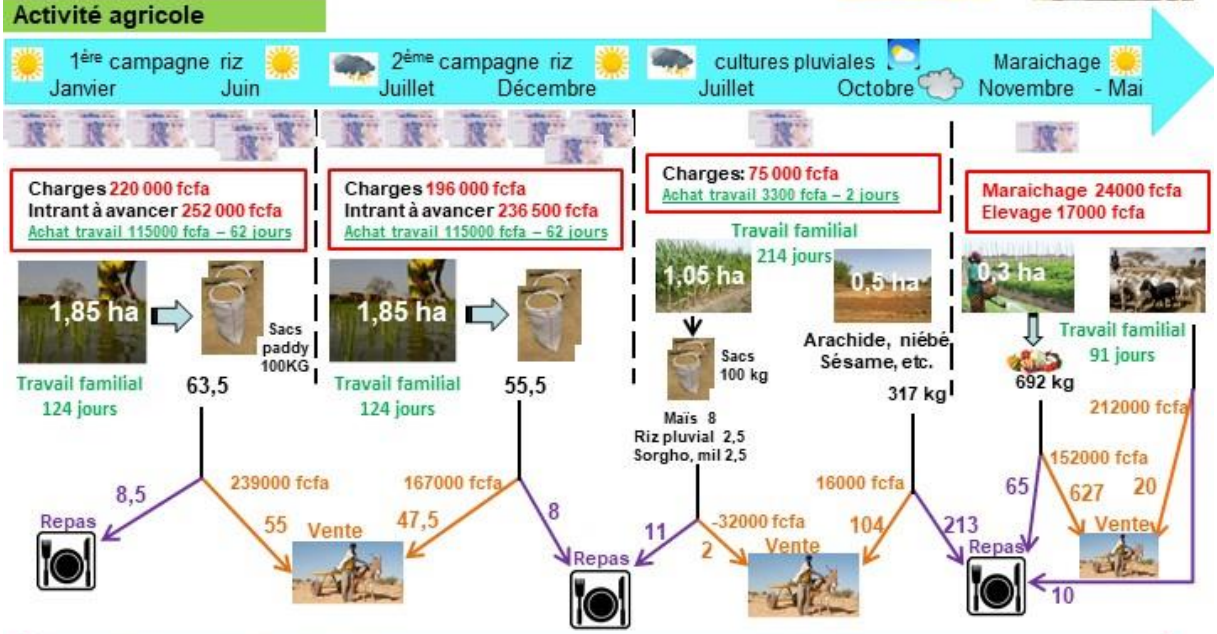
1 Herse
1 charrue
1 charrette

Membres de la famille 14

8 actifs

6 inactifs

Activité agricole



Achat maïs: 3 sacs 100 kg
Consommation: 219 kg céréales/personne/an + arachide + niébé + gombo + élevage…

Revenu monétaire agricole 754 000 FCFA.

Activité Non Agricole

Revenu non agricole 563 000 CFA

Commerce
154 000 CFA

283 jours

BTP
39 000 CFA

13 jours

Transfert
233 000 CFA

Orpaillage
100 000 CFA

51 jours

37 000 FCFA

Artisanat
Transformation
Mécanique

69 jours

Revenu/tête 228 200FCFA.

A. Tapsoba et F. Gérard, UR-GREEN/CIRAD
Ateliers de restitution et de discussion, Bagré-Burkina, novembre 2017

Type 4 : Petits exploitants à revenu extra-agricole faible (25% des irrigants)

Ressources du ménage

Terres 2,30 ha

1,05 ha riz irrigué
0,10 ha Maraichage
1,15 ha SAU pluviale

Animaux 22

16 poules
1 âne
2 moutons, **3** chèvres

Equipements 1

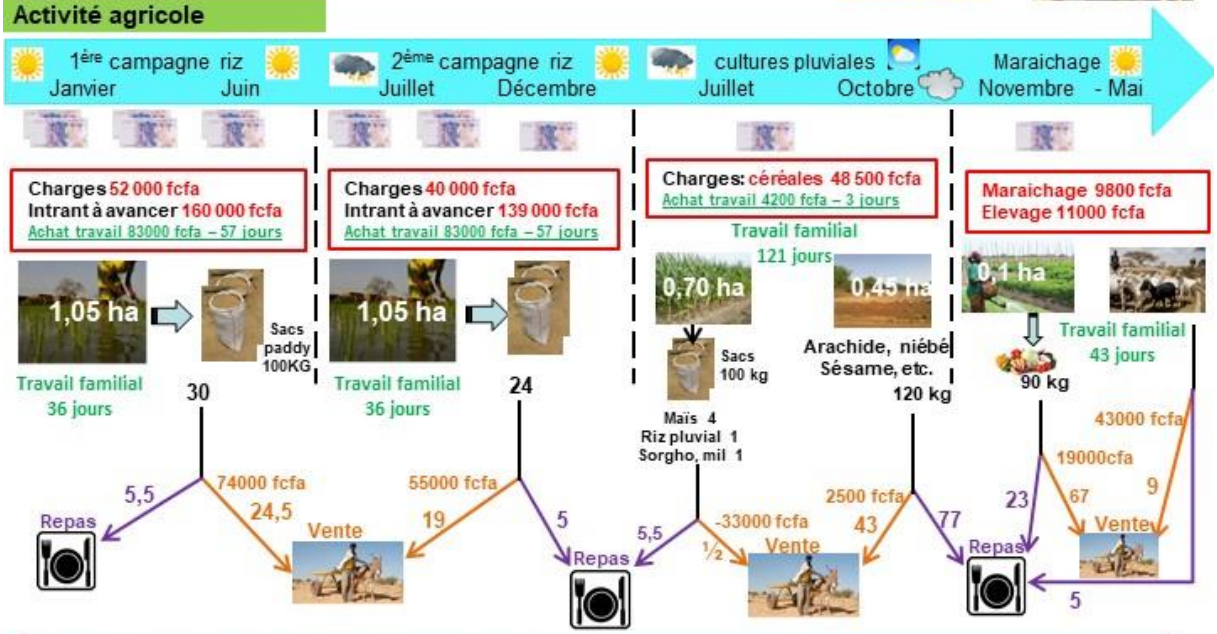
1 charrette

Membres de la famille 8

4 actifs

4 inactifs

Activité agricole



Pas d'achat de riz Achat d'un sac ½ de 100 kg de maïs
Consommation: 215 kg céréales/personne/an + arachide+ niébé + gombo, etc.

Revenu monétaire agricole 160 000 FCFA.

Activité Non Agricole

Revenu non agricole 183 000 CFA

Commerce
74 000 CFA

202 jours

BTP
65 000 CFA

58 jours

Transfert
16 000 CFA

Orpaillage
8 000 CFA

5 jours

Artisanat
10 000 FCFA

15 jours

PECHE
10 000 FCFA

15 jours

Revenu/tête 115 500FCFA.

A. Tapsoba et F. Gérard, UR-GREEN/CIRAD

Ateliers de restitution et de discussion, Bagré-Burkina, novembre 2017

Type 5 : Grands exploitants pluviaux (30% des irrigants)

Ressources du ménage

Terres 4,95 ha

0,77 ha riz irrigué
0,01 ha Maraichage
4,17 ha SAU pluviale

Animaux 69

47 poules
4 bœufs, **2** âne
8 moutons, **8** chèvres

Equipements 3

2 charrues
1 charrette

Membres de la famille 12

6 actifs

6 inactifs

Activité agricole

1ère campagne riz Janvier – Juin | 2ème campagne riz Juillet – Décembre | cultures pluviales Juillet – Octobre | Maraichage Novembre – Mai

Charges 44 000 fcfa
Intrant à avancer 122 500 fcfa
Achat travail 62000 fcfa – 48 jours

Sacs paddy 100KG

Travail familial 57 jours

30

7 → Repas

117000 fcfa → 23 → Vente

Charges 40 500 fcfa
Intrant à avancer 124 000 fcfa
Achat travail 62000 fcfa – 48 jours

Travail familial 57 jours

24,5

71500 fcfa → 18 → Vente

6,5 → Repas

Charges: 100 000 fcfa
Achat travail 12000 fcfa – 13 jours

Travail familial

403 jours

Arachide, niébé Sésame, etc.

764 kg

Sacs 100 kg

Maïs 10
Riz pluvial 3
Sorgho, mil 7

14 → Repas

18500 fcfa → 6 → Vente

110000 fcfa → 423 → Vente

341 → Repas

Maraichage 5000 fcfa
Elevage 24500 fcfa

Travail familial 9 jours

144 kg

12 → Repas

256000 fcfa → 20 → Vente

28000cfa → 132 → Vente

11

Achat maïs: 1 sac 100 kg
Consommation: 236 kg céréales/personne/an+ arachide + niébé + gombo + ...

Revenu monétaire agricole 601 000 FCFA.

Activité Non Agricole

Commerce
64 000 CFA

93 jours

BTP
37 500 CFA

36 jours

Transfert
44 500 CFA

Salariat agricole
11 500 CFA

17 jours

Orpaillage
10 000 CFA

5 jours

27 500 FCFA

Artisanat
Transformation
Mécanique
Gardiennage

36 jours

Revenu non agricole 195 000 CFA

Revenu/tête = 153 700FCFA.

A. Tapsoba et F. Gérard, UR-GREEN/CIRAD
Ateliers de restitution et de discussion, Bagré-Burkina, novembre 2017

Type 6 – Exploitants extra-agricoles (18% des pluviaux)

Ressources du ménage

Terres 3,5 ha

- 0,02 ha Maraichage
- 1,70 ha Céréales
- 1,78 ha Oléagineux

Animaux 36

- 24 poules
- 1 âne
- 5 moutons, 6 chèvres

Equipements 1

- 1 charrette

Membres de la famille 6

- 3 actifs
- 3 inactifs

Activité agricole

Maraichage saison sèche (Novembre – Mai) — Campagne cultures pluviales (Juin – Octobre)

Charges 5 400 fcfa

Dépenses totales 160 000 fcfa (achat travail 29 000 fcfa pour 15 jours)

Travail familial 9 jours

0,02 ha → Choux 2 sacs ¼ de 160 kg

- ¼ → Repas
- 2 → Vente : 9200 fcfa

Travail familial

78 jours	40 jours	48 jours	51 jours
Maïs 1 ha	Sorgho, Mil 0,4 ha	Riz pluvial 0,3 ha	1,78 ha
7 sacs de 100 kg	mil 1, sorgho 3	2 sacs	Sésame, arachide, Niébé… 668 kg

- Maïs : - 37500 fcfa → 1 Vente (181 fcfa/kg), 6 Repas
- Mil/sorgho : 2 ½ Repas, 1 ½ Vente : 9400 fcfa (142 fcfa/kg)
- Riz : -3500 fcfa → 1 Vente, 1 Repas (141 fcfa/kg)
- Sésame, arachide, Niébé : 300 Repas, 368 Vente : 93500 fcfa

poules, chèvres moutons : 100000 fcfa → 16 Vente, 7 Repas

Achat: 1 sac de riz de 50 kg et 1 sac de maïs de 100 kg
Consommation: 219 kg céréales/personne/an + arachide + niébé + gombo + etc.

Revenu monétaire agricole 171 000 FCFA.

Activité Non Agricole

Revenu non agricole 562 000 CFA

Commerce 80 000 CFA	*BTP 171 000 FCFA*	*Orpaillage 57 000 CFA*	*Transfert 99 000 CFA*	*Mécanique 137 000 FCFA*	*Bois et autres 18 000 FCFA*
103 jours	118 jours	17 jours		34 jours	18 jours

Forte diversification des activités, surtout orientée vers des activités extra-agricoles. Pourquoi vous ne faites pas plus de maraîchage ?
Revenu/tête = 228 700 FCFA.

cirad
A. Tapsoba et F. Gérard, UR-GREEN/CIRAD
Ateliers de restitution et de discussion, Bagré-Burkina, novembre 2017
AgroParisTech

Type 7 – Grands exploitants agricoles (18% des pluviaux)

Ressources du ménage

Terres 7,5 ha
- 0,75 ha Maraichage
- 4,70 ha Céréales
- 2,05 ha Oléagineux

Animaux 89
- 53 poules
- 5 bœufs, 2 ânes
- 13 moutons, 16 chèvres

Equipements 4
- 2 charrues
- 1-2 charrette
- 0-1 motopompe

Membres de la famille 16
- 6 actifs
- 10 inactifs

Activité agricole

Maraichage saison sèche (Novembre – Mai) — Campagne cultures pluviales (Juin – Octobre)

Charges 97 000 fcfa

Travail familial 536 jours

Tomates 7 caisses de 175 kg
Choux 5 sacs ¼ de 160 kg
Oignons 5 sacs ½ de 160 kg

Dépenses totales : 335 000 fcfa (Achat de travail : 7 500 fcfa pour 1 jour)

Travail familial

Maïs 2,2 ha	Sorgho, Mil 2 ha	Riz pluvial 0,5 ha	2,05 ha
158 jours	137 jours	150 jours	40 jours

sacs 100 kg — 26 ½

2 c, 1½ S — Repas

437000 fcfa — 5 C, 9½ S — Vente — 181 fcfa/kg

- 14500 fcfa — 7

19 ½ — Repas

mil 4, sorgho 17

11 — Repas

124000 fcfa — 10 — Vente — 165 fcfa/kg

9½

-2800 fcfa — 3 ½

6 — Repas

Sésame, arachide, Niébé... 1160 kg

513 — Repas

153000 fcfa — 647 — Vente

poules, chèvres moutons

524000 fcfa — 41 — Vente

12 — Repas

Achat: 18 kg de riz et 1 sac de maïs de 100 kg
Consommation: 297 kg céréales/personne/an + arachide + niébé + gombo + etc.

Revenu monétaire agricole 1 222 000 FCFA.

Activité Non Agricole

Revenu non agricole 842 000 CFA

Commerce
482 000 CFA

446 jours

Transformation
52 000 FCFA

60 jours

Orpaillage
59 000 CFA

52 jours

Transfert
133 000 CFA

Bois de chauffe
30 000 FCFA

116 jours

86 000 FCFA

Mécanique
BTP
Artisanat
Salariat agricole

64 jours

Forte diversification des activités !
Revenu /tête = 258 000 FCFA.

A. Tapsoba et F. Gérard, UR-GREEN/CIRAD
Ateliers de restitution et de discussion, Bagré-Burkina, novembre 2017

Type 8 – Exploitants moyens avec grande famille (25% pluviaux)

Ressources du ménage

Terres 4,35 ha

0,20 ha Maraichage
2,70 ha Céréales
1,45 ha Oléagineux

Animaux 82

48 poules
8 bœufs **2** ânes
13 moutons, **11** chèvres

Equipements 4

2 charrettes
2 charrues

Membres de la famille 17

10 actifs

7 inactifs

Activité agricole

Maraichage saison sèche — Novembre — Mai — Campagne cultures pluviales — Juin — Octobre

Charges 27 000 fcfa

Dépenses totales 286 000 fcfa (Achat de travail 17 000 fcfa pour 17 jours)

Travail familial 51 jours

Tomates 2 caisses ¼ de 175 kg
Choux ½ sacs de 160 kg
Oignons 2 sacs ¼ de 160 kg

2 kg → Repas

111000 fcfa → 2 C, 2S ¾ → Vente

Travail familial 184 jours

sacs 100 kg

19

32800 fcfa → 6 → 161 fcfa/kg → Vente

13 → Repas

Travail familial 93 jours

mil 1 ½ , sorgho 5 ½

3 ½ → 159 fcfa/kg

34000 fcfa → 3 ½ → Vente

Travail familial 96 jours

6

53000cfa → 3 ½ → 147 fcfa/kg → Vente

2 ½ → Repas

28 jours

Sésame, arachide, Niébé... 690 kg

271 → Repas

117000 fcfa → 419 → Vente

poules, chèvres moutons

275000 fcfa → 20 → Vente

10 → Repas

Achat de céréales (1 sac de riz de 25 kg, 3 sacs de maïs de 100 kg)
Consommation: 170 kg céréales/personne/an + arachide + niébé + gombo + etc.

Revenu monétaire agricole 623 000 FCFA.

Activité Non Agricole

Revenu non agricole 339 000 CFA

Commerce
123 000 CFA

218 jours

BTP
42 000 FCFA

36 jours

Orpaillage
57 000 CFA

24 jours

Transfert
67 500 CFA

Artisanat
16 000 FCFA

24 jours

33 500 FCFA

Gardiennage et autres revenus

36 jours

Forte diversification des activités, orientée vers la production céréalière. Pourquoi avec 10 actifs vous êtes engagés dans peu d'activité extra-agricoles ?
Revenu/tête = 116 600 FCFA.

A. Tapsoba et F. Gérard, UR-GREEN/CIRAD
Ateliers de restitution et de discussion, Bagré-Burkina, novembre 2017

Type 9 – Petits exploitants agricoles (39% pluviaux)

Ressources du ménage

Terres 2,76 ha

0,02 ha Maraichage
1,64 ha Céréales
1,10 ha Oléagineux

Animaux 44

20 poules
6 bœufs, **1** âne
9 moutons, **8** chèvres

Equipements 1

1 charrette

Membres de la famille 9

4 actifs

5 inactifs

Activité agricole

Maraichage saison sèche — Novembre — Mai — Campagne cultures pluviales — Juin — Octobre

Charges 1 700 fcfa

Dépenses totales : 138 000 fcfa (Achat de travail : 23 000 fcfa pour 13 jours)

Travail familial 1 jours

Tomates 18 kg
Oignons 17 kg

0 kg — Repas

9200 fcfa — 35 kg — Vente

Travail familial

103 jours — Maïs 0,75 ha

sacs 100 kg — 8 ½

-25000 fcfa — 1 ½ — 185 fcfa/kg — Vente

7 — Repas

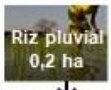
76 jours — Sorgho, Mil 0,69 ha

mil 1 ¼ , sorgho 4

3 ½ — 164 fcfa/kg

1300 fcfa — 1 ¾ — Vente

55 jours — Riz pluvial 0,2 ha



2

-5000 fcfa — ½ — 144 fcfa/kg

1 ½ — Repas

34 jours — 1,1 ha

Sésame, arachide, Niébé... 332 kg

146 — Repas

38600 fcfa — 186 — Vente

poules, chèvres moutons

243000 fcfa — 17 — Vente

4 — Repas

Achat de céréales (1 sac de 50 kg de riz, 3 sacs de maïs de 100 kg)
Consommation: 228 kg céréales/personne/an + arachide + niébé + gombo + élevage + etc.

Revenu monétaire agricole 262 000 FCFA.

Activité Non Agricole

Revenu non agricole 187 000 CFA

Commerce
70 000 CFA

153 jours

BTP
23 000 FCFA

42 jours

Orpaillage
47 500 CFA

30 jours

Transfert
33 500 CFA

Artisanat
6 000 FCFA

16 jours

Salariat agricole
7 000 FCFA

17 jours

Forte diversification des activités, orientée vers la céréaliculture. Pourquoi faites-vous peu de maraichage et pourquoi peu d'activités extra-agricoles ?
Revenu/tête = 115 000 FCFA.

cirad

A. Tapsoba et F. Gérard, UR-GREEN/CIRAD
Ateliers de restitution et de discussion, Bagré-Burkina, novembre 2017

AgroParisTech

Annexe 7: Participants à l'atelier multi-acteurs tenu à Bagré le 15 janvier 2019

Acteurs invités à l'atelier	Fonction	Contacts
Doctorant		
TAPSOBA Abdoulaye	Doctorant (animateur de l'atelier)	
SONAGESS		
SAWADOGO Abdoulaye*	Directeur commercial SONAGESS	
Institution de crédit (Coris Bank)		
SAWADOGO Abdoul Karim	Directeur de l'agence Coris Bank Bagré	
Bagrépôle		
DAO Alassane	Socio-économiste et conseiller agricole Bagrépôle	
Union des étuveuses de riz		
DABRE Amina	Etuveuse membre	
LINGANI Balkissou	Présidente adjointe de l'Union des étuveuses	
Transformateurs		
YAMBA Nafissatou	Promotrice Rizerie Wend Panagda	
BATANGO Issaka	Promoteur Rizerie Yedafoma	
GOUMBRI Harouna*	Président du groupement des transformateurs	
Producteurs		
Bureau exécutif de l'Union		
BATANGO Adama	Président de l'Union des producteurs	
OUELGO Rasmané	Trésorier adjoint de l'Union des producteurs	
OUELGO Ousseni	Gestionnaire de l'Union des producteurs	
Représentants rive gauche (680ha)		
BALIMA Amidou	Président V1B RG	
ZANE Laurent**	Secrétaire général V3 RG	
ROUAMBA Mohamed	Président V5 RG	
BAMBARA Yacouba	Président V3 RG	
Représentants rive droite (1200ha)		
MODERE Adama	Secrétaire général V3 RD	
YARA Boukary	Membre V4 RD	
SARE Mahamadou	Secrétaire général V1 RD	
GUEBRE Saïdou	Président V2 RD	
DABRE Ali	Président V7 RD	
Représentants nouvelle plaine (1500ha)		
OUELGO Ouseni	Président de coopérative nouvelle plaine (1500ha)	
SAWADOGO Raogo	Producteur nouvelle plaine (1500ha)	
SAWADOGO Saïdou	Secrétaire général nouvelle plaine (1500ha)	
Total acteurs présents (22)		

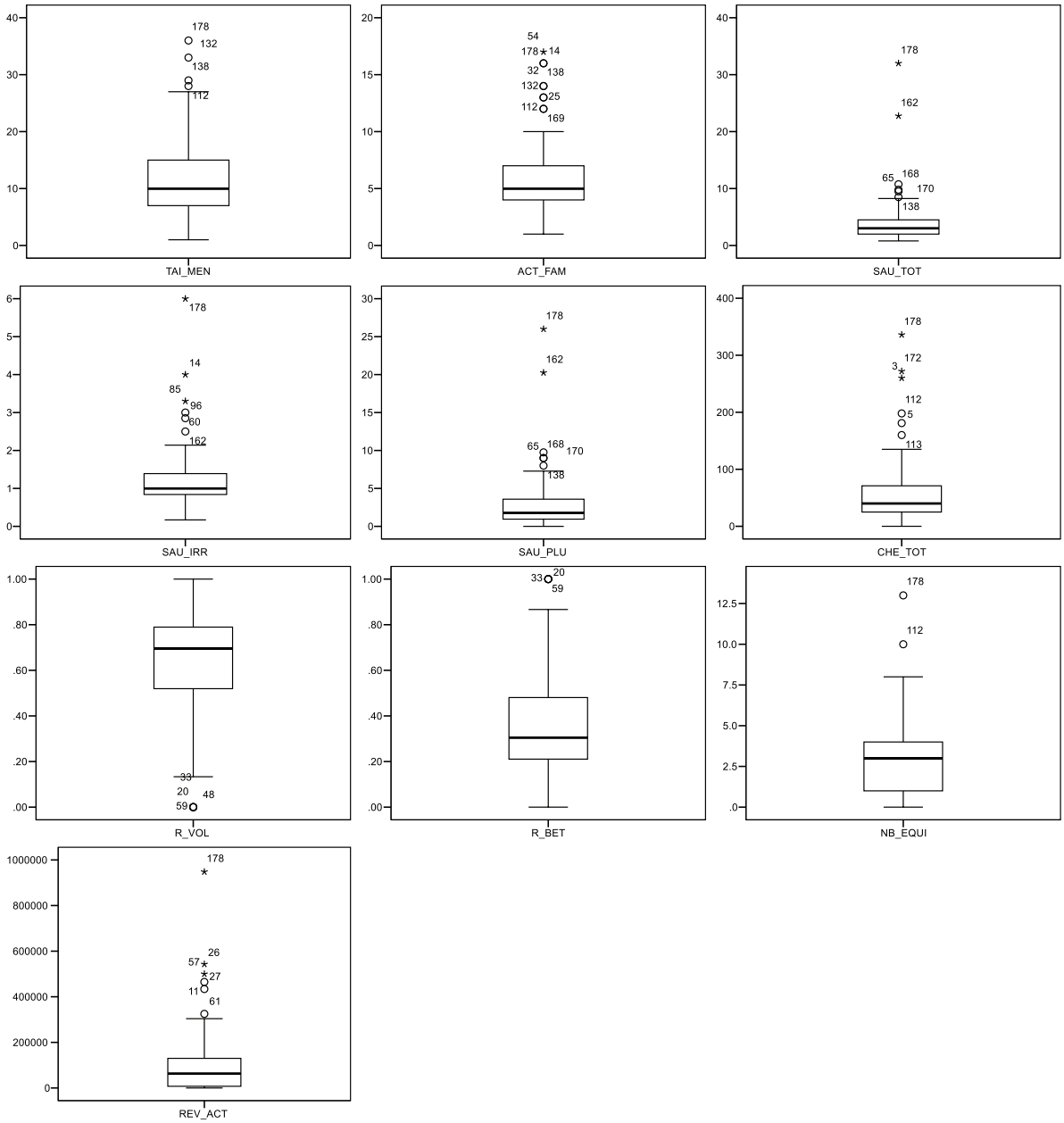
*= acteurs invités qui n'ont pas répondu présent. **=acteurs qui se sont joints à l'atelier sans être invités. Gombri Harouna était absent pour cause de funérailles dans sa famille mais a prévenu et avait délégué un autre transformateur pour prendre sa place. Finalement, ce dernier n'est pas venu malgré plusieurs appels passés le jour de l'atelier. Les membres du bureau exécutif de l'Union avec l'appui des autres participants sont chargés de transmettre le compte rendu aux autres villages.

ANNEXES DU CHAPITRE 4

Annexe 8: Procédure d'élaboration de la typologie en zone irriguée

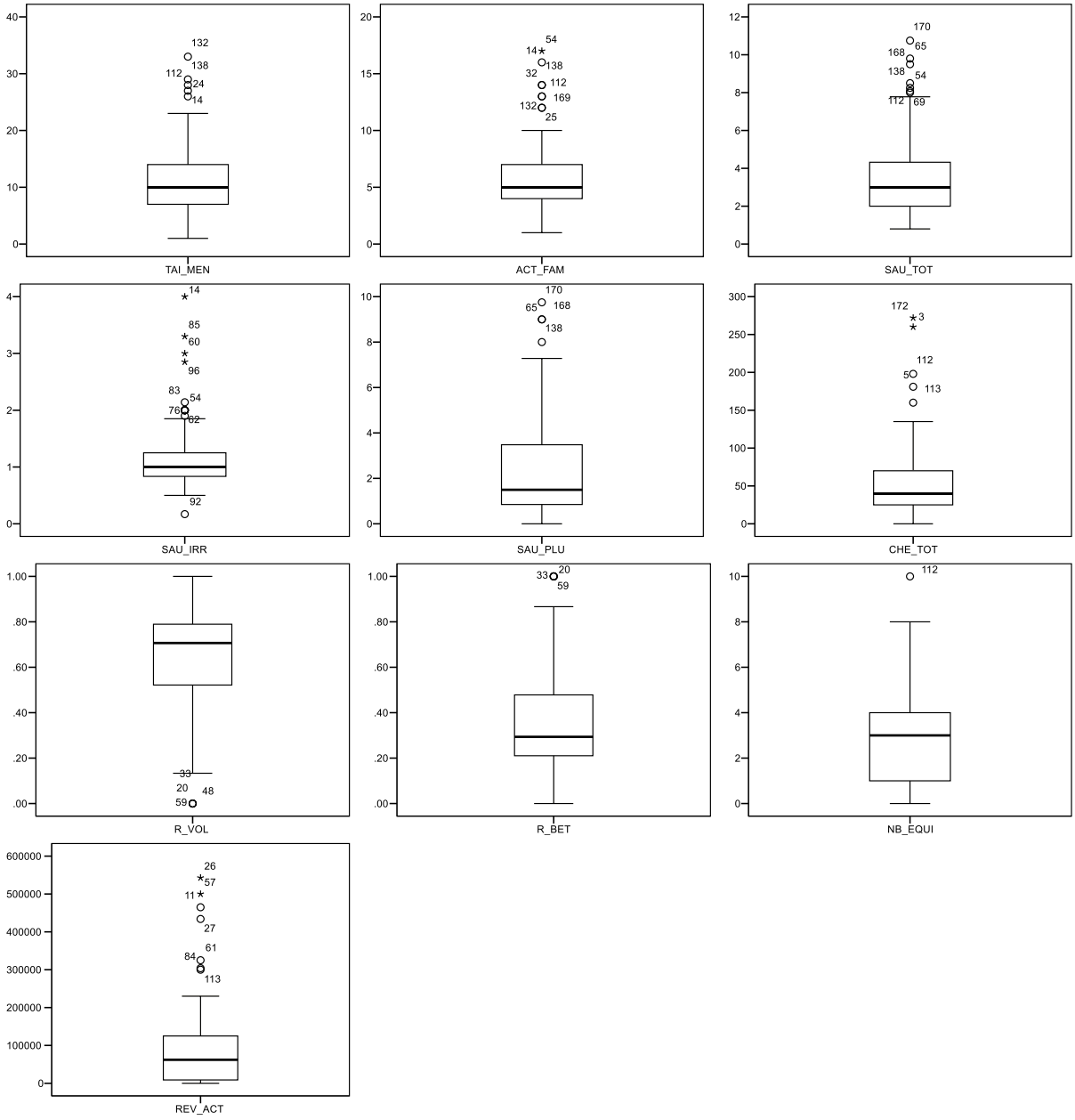
Ces procédures d'application se basent sur les travaux de (Alvarez *et al.*, 2014).

1. Boxplots (boîtes à moustaches) initiales (N = 117 observations)



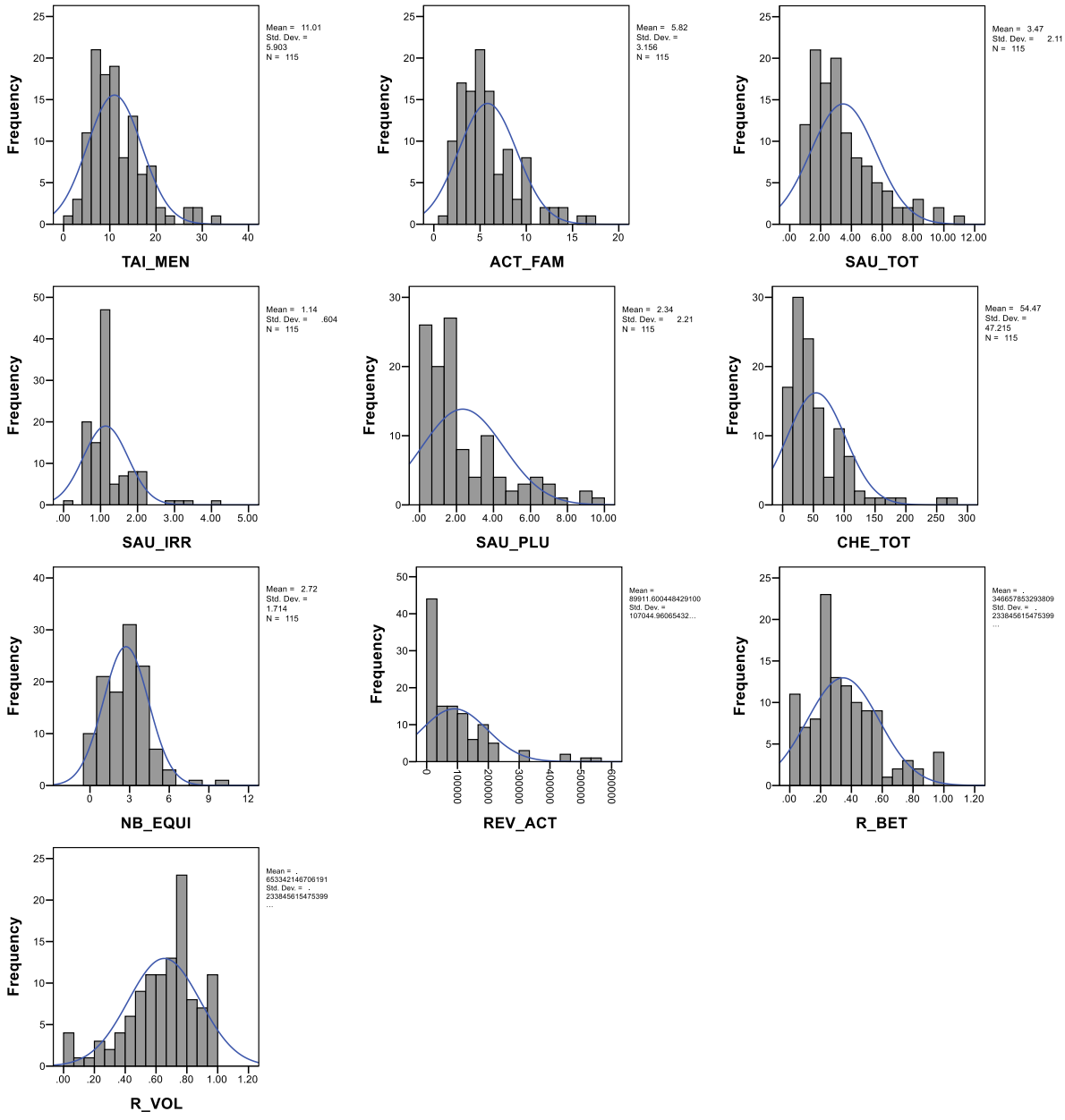
L'examination des boxplots a permis de détecter plusieurs variables extrêmes. J'ai supprimé les deux plus extrêmes à savoir les observations 178 et 162. L'annexe 2 représente les boxplots après la suppression des deux observations.

2. Boxplots après suppression des observations 178 et 162 (N=115)



Les graphiques montrent toujours la présence d'observations extrêmes. Cependant, ces individus sont assez regroupés et peuvent constituer une classe. J'ai choisi de les garder pour la suite. Donc, l'ACP 1 se réalisera avec 115 ménages et 10 variables.

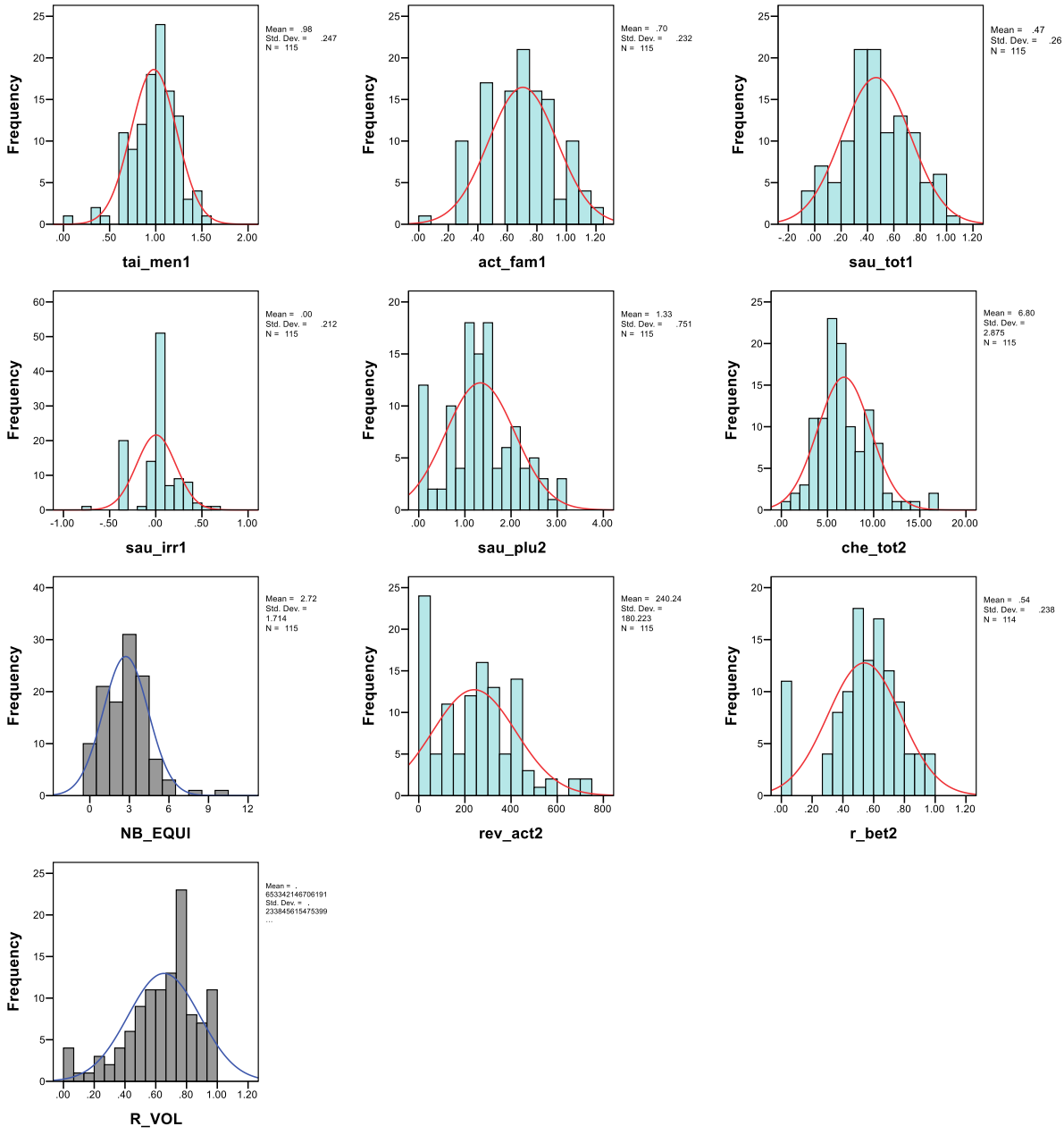
3. Histogrammes des variables avant transformation



Après l'examination des distributions, j'ai décidé de transformer certaines variables afin d'obtenir une meilleure distribution, c'est-à-dire une distribution qui tend vers la symétrie. Il s'agit de (TAI_MEN, ACT_MEN, SAU_TOT, SAU_IRR, SAU_PLU, CHE_TOT, REV_ACT, R_BET). Pour les autres variables, les transformations examinées ne produisent pas une meilleure distribution que les variables elles-mêmes (NB_EQUI, R_VOL).

La transformation vise à convertir les variables vers une distribution symétrique. Les fonctions choisies sont le log (x1) et la racine carrée (X2).

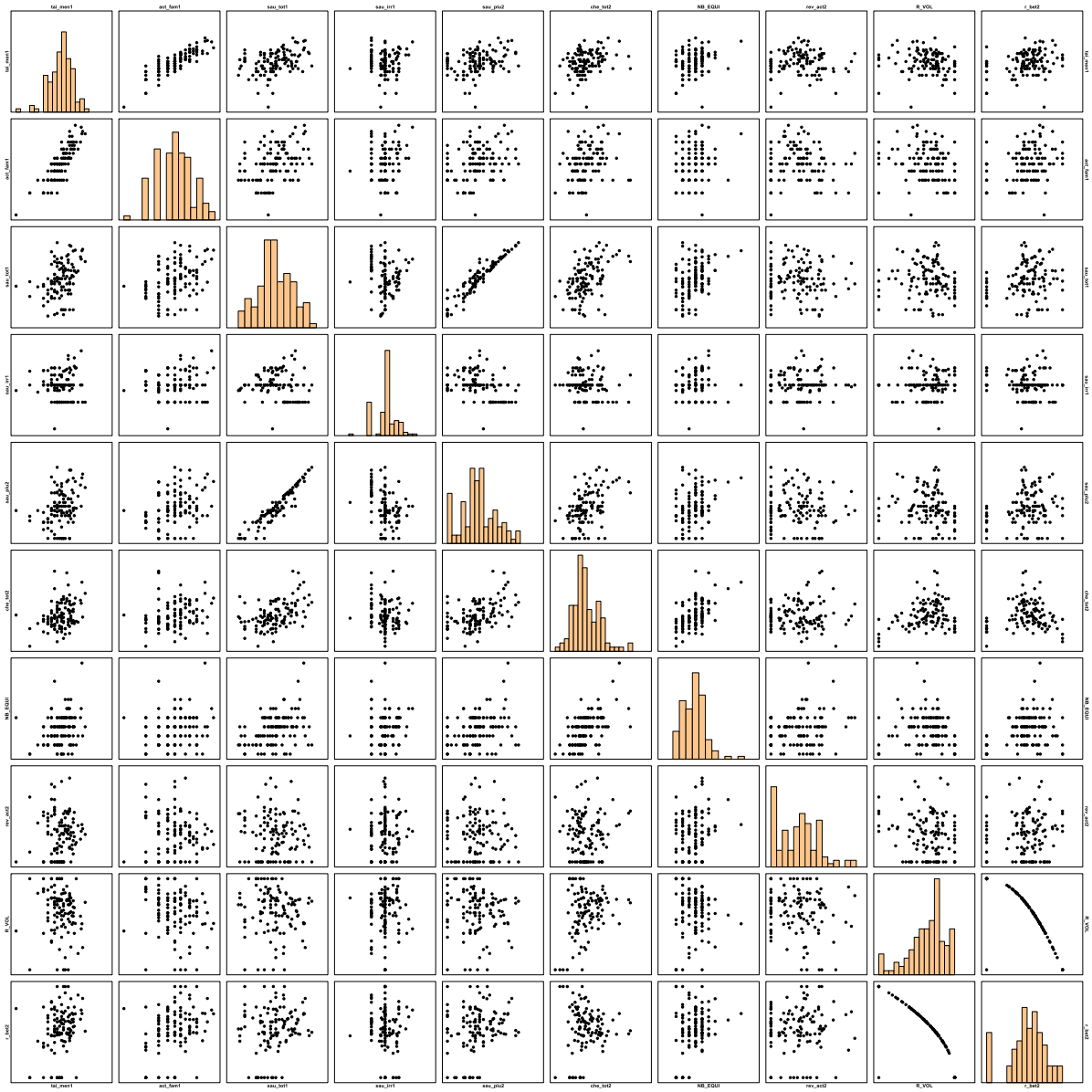
4. Histogrammes des variables après transformation (X1= log, X2= SQRT)



La transformation des variables a permis d'améliorer la symétrie de la distribution des variables, même si certaines variables restent toujours asymétriques.

5. Examination des corrélations partielles entre les variables

En rappel, deux variables fortement corrélées sont susceptibles de biaiser l'ACP en apportant de la redondance d'information sur les axes principaux. J'ai examiné les cercles de corrélations et le graphique scartterplot.



En examinant ce graphique, des paires de corrélations fortes ont été détectées à savoir :

tai_men et act_fam
sau_tot et sau_plu
r_bet et r_vol

Dans chacune de ces paires, une variable est susceptible d'être supprimée dans l'ACP

6. Exécution de l'ACP

ACP 1 : Nombre de variables clés = 10, Nombre d'individus = 115

Correlation Matrix[a]

	tai_men1	act_fam1	sau_tot1	sau_irr1	sau_plu2	che_tot2	R_VOL	r_bet2	NB_EQUI	rev_act2
tai_men1	1.00									
act_fam1	**0.85**	1.00								
sau_tot1	0.36	0.37	1.00							
sau_irr1	0.01	0.10	-0.09	1.00						
sau_plu2	0.31	0.31	**0.94**	-0.36	1.00					
che_tot2	0.34	0.23	0.47	-0.12	0.47	1.00				
R_VOL	-0.14	-0.21	-0.08	0.09	-0.10	0.23	1.00			
r_bet2	0.28	0.31	0.19	-0.13	0.21	0.03	**-0.83**	1.00		
NB_EQUI	0.26	0.19	0.39	0.06	0.33	0.57	-0.09	0.28	1.00	
rev_act2	0.06	-0.02	-0.05	0.09	-0.07	0.04	-0.15	0.07	0.15	1.00

a. Determinant = .000

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy. (KMO=0.508)

Bartlett's Test of Sphericity : Sig. =.000

Total Variance Explained

	Initial Eigenvalues		
Component	Total	% of Variance	Cumulative %
1	**3.365**	**33.651**	**33.651**
2	**1.873**	**18.733**	**52.384**
3	**1.402**	**14.017**	**66.402**
4	**1.195**	**11.947**	**78.349**
5	0.830	8.302	86.651
6	0.754	7.542	94.193
7	0.320	3.196	97.388
8	0.134	1.343	98.731
9	0.111	1.114	99.845
10	0.016	0.155	100.000

Rotated Component Matrix

	Component			
	1	2	3	4
sau_plu2	**0.906**	0.145	0.134	-0.183
sau_tot1	**0.844**	0.074	0.259	-0.051
che_tot2	**0.726**	-0.245	0.172	0.329
R_VOL	0.057	**-0.955**	-0.081	-0.062
r_bet2	0.138	**0.900**	0.186	0.114
act_fam1	0.177	0.167	**0.925**	-0.034
tai_men1	0.246	0.117	**0.884**	0.044
rev_act2	-0.065	0.164	-0.082	**0.727**
NB_EQUI	**0.561**	0.079	0.114	**0.614**
sau_irr1	**-0.426**	-0.265	0.347	**0.451**

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 7 iterations.

Les trois tableaux ci-dessus résument les résultats de la première ACP. L'indice KMO > 0.50 (mais reste faible) et le test de sphéricité permet de rejeter l'hypothèse nulle que la matrice de corrélation est identitaire. A ce stade, 4 composantes dont les valeurs propres sont supérieures à 1 peuvent être retenues. La variance totale expliquée par ces 4 facteurs est de 78% (> 60%). La matrice de corrélation montre trois paires de variables fortement corrélées. Il s'agit de :

act_fam1 et tai_men1 (corr. =0.85)

sau_tot1 et sau_plu2 (corr. =0.94)

r_bet et R_VOL (corr.= -0.83)

La forte corrélation entre ces variables modifie la distribution des coefficients, comme le montre le tableau de la matrice des composantes après rotation. Les variables sau_tot1 et sau_plu2 sont fortement corrélées avec l'axe 1 et ont des coefficients très élevés (0.84 et 0.90 respectivement). Cela biaise l'information apportée par les autres variables sur l'axe 1. Une analyse pareille peut être faite avec r_bet2 et R_VOL sur l'axe 2, act_fam1 et tai_men1 sur l'axe 3. Parmi ces pairs, j'ai choisi donc de supprimer tai_men1, sau_plu2 et R_VOL.

ACP 2 : Variables clés = 7, Nombre d'individus = 115

Correlation Matrix[a]

	act_fam1	sau_tot1	sau_irr1	che_tot2	r_bet2	NB_EQUI	rev_act2
act_fam1	1.000						
sau_tot1	0.366	1.000					
sau_irr1	0.099	-0.085	1.000				
che_tot2	0.235	0.470	-0.120	1.000			
r_bet2	0.312	0.188	-0.128	0.035	1.000		
NB_EQUI	0.191	0.393	0.056	0.568	0.280	1.000	
rev_act2	-0.017	-0.049	0.091	0.044	0.070	0.155	1.000

a. Determinant = .303

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy. (KMO=0.55)

Bartlett's Test of Sphericity : Sig. =.000

Total Variance Explained

	Initial Eigenvalues		
Component	Total	% of Variance	Cumulative %
1	**2.268**	**32.402**	**32.402**
2	**1.150**	**16.433**	**48.835**
3	**1.074**	**15.340**	**64.175**
4	**1.008**	**14.404**	**78.579**
5	0.683	9.760	88.339
6	0.507	7.245	95.584
7	0.309	4.416	100.000

Rotated Component Matrix

	Component			
	1	2	3	4
che_tot2	**0.893**	-0.064	0.016	-0.083
NB_EQUI	**0.764**	0.170	0.307	0.046
sau_tot1	**0.715**	0.284	-0.230	-0.015
r_bet2	0.028	**0.865**	0.202	-0.236
act_fam1	0.290	**0.699**	-0.231	0.324
rev_act2	0.047	0.029	**0.913**	0.087
sau_irr1	-0.065	-0.038	0.101	**0.950**

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 6 iterations.

La matrice de corrélation montre qu'il n'existe plus de corrélation très marquée entre les 7 variables clés. La suppression des trois variables corrélées permet d'améliorer l'indice KMO qui passe à 0.55 mais reste toujours faible. Le nombre de facteurs retenus est de 4 (valeurs propres > 1) et la variance totale expliquée est de 78%. La réduction des variables permet également d'améliorer la redistribution des coefficients sur les axes principaux. Les variables chet_tot2, NB_EQUI et sau_tot2 sont corrélées avec l'axe 1. Cet axe peut être défini comme la taille des capitaux (physique et naturel) du ménage. L'axe 2 définit à la fois le capital humain et la part du bétail et les axes 3 et 4 définissent respectivement le capital extra-agricole et la dotation en terre irriguée du ménage.

Pour améliorer l'ACP, notamment l'indice KMO qui reste très médiocre, on pourra réduire les variables encore et examiner la distribution des individus dans l'espace des axes pour détecter d'éventuelles observations extrêmes. J'ai choisi dans la suite de supprimer la variable r_bet2 afin de voir si cela améliore l'indice KMO.

ACP 3 : Variables clés 6, Nombre d'observations = 115

Correlation Matrix[a]

	act_fam1	sau_tot1	sau_irr1	che_tot2	NB_EQUI	rev_act2
act_fam1	1.000					
sau_tot1	0.366	1.000				
sau_irr1	0.099	-0.085	1.000			
che_tot2	0.235	0.470	-0.120	1.000		
NB_EQUI	0.191	0.393	0.056	0.568	1.000	
rev_act2	-0.017	-0.049	0.091	0.044	0.155	1.000

a. Determinant = .395

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy. (KMO=0.64)

Bartlett's Test of Sphericity : Sig. =.000

Total Variance Explained

	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	**2.145**	**35.749**	**35.749**
2	**1.150**	**19.168**	**54.917**
3	**1.028**	**17.131**	**72.048**
4	0.768	12.800	84.848
5	0.514	8.568	93.416
6	0.395	6.584	100.000

Rotated Component Matrix

	Component		
	1	2	3
che_tot2	**0.834**	0.091	-0.140
sau_tot1	**0.770**	-0.243	0.054
NB_EQUI	**0.764**	0.322	0.057
rev_act2	0.075	**0.872**	0.099
sau_irr1	-0.146	0.199	**0.874**
act_fam1	**0.484**	-0.355	**0.542**

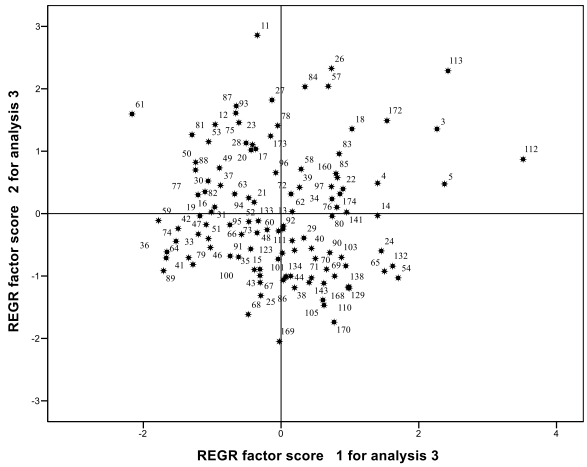
Extraction Method: Principal Component Analysis.

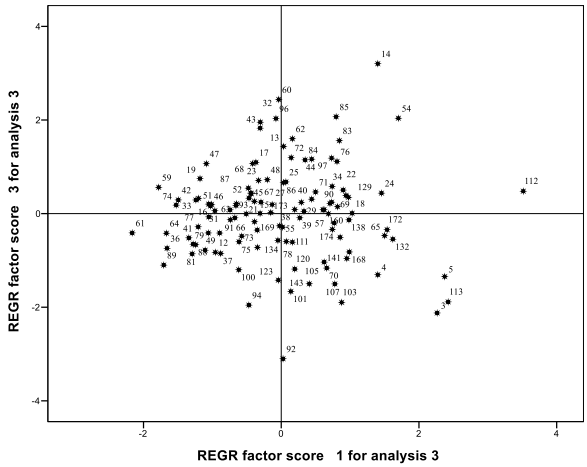
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 6 iterations.

L'indice KMO s'améliore et passe à 0.64. Le nombre de facteurs principaux retenus passe de 4 à 3 (avec une variance totale de 72%). Moins il y a de facteurs, plus l'analyse devient plus aisée (rend plus facile l'interprétation des axes) et la classification des ménages plus efficace. La variable act_fam (actifs familiaux) semble ne pas appartenir à l'un des 3 axes principaux.

Analysons la distribution des individus sur les plans des 3 facteurs retenus





A travers ces deux graphiques, plusieurs observations extrêmes ont été détectées : ce sont les observations 61, 11, 113 et 112 sur le plan factoriel (Axe1, Axe2) et les observations 14, 54, 92, 3, 5, 112 113 sur le plan factoriel (Axe1, Axe3). Dans la prochaine ACP, ces individus seront supprimés afin d'améliorer la répartition des autres individus dans les espaces. Les observations supprimées sont (3, 5, 11, 14, 54, 61, 92, 112, 113)

ACP 4 : variables clés = 6, Nombre d'observations = 106
Déterminant = 0.551
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy. (KMO=0.61)
Bartlett's Test of Sphericity : Sig. =.000

Total Variance Explained

	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	**1.887**	**31.448**	**31.448**
2	**1.259**	**20.987**	**52.435**
3	**0.935**	**15.591**	**68.026**
4	0.813	13.551	81.577
5	0.580	9.669	91.246
6	0.525	8.754	100.000

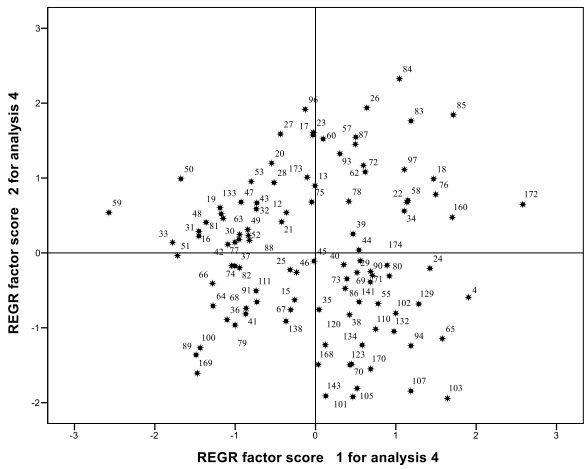
Rotated Component Matrix

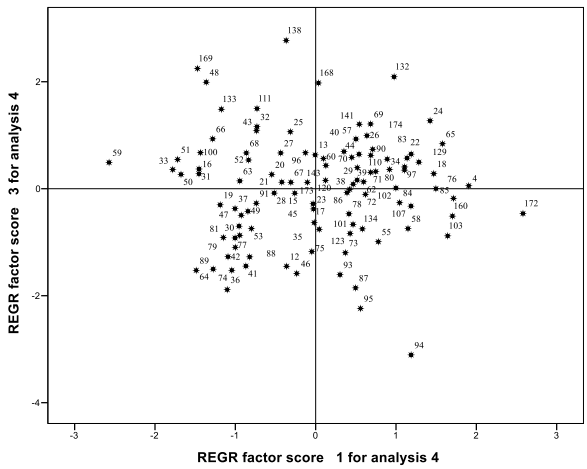
	Component		
	1	2	3
NB_EQUI	**0.833**	0.230	-0.017
che_tot2	**0.786**	-0.112	0.177
rev_act2	-0.065	**0.761**	0.254
sau_irr1	0.092	**0.738**	-0.232
act_fam1	0.081	0.089	**0.891**
sau_tot1	**0.515**	-0.238	**0.535**

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.
a. Rotation converged in 6 iterations.

Avec l'ACP 4, l'indice KMO se stabilise donc à un peu plus de 0.60. Deux facteurs ont des valeurs propres supérieures à 1, mais la variance expliquée par ces deux facteurs est inférieure à 60% (52%). Donc pour respecter cette condition, j'ai choisi de retenir trois facteurs principaux pour l'analyse (68% de la variabilité totale est expliquée par ces trois facteurs). Cependant, la variable sau_tot1 n'est pas bien définie sur un seul axe factoriel mais est partagée entre l'axe 1 et l'axe 3. Pour améliorer cette répartition, une cinquième ACP pourrait être exécutée.

Analysons la distribution des individus sur les 3 facteurs retenus





La suppression des observations extrêmes permet d'améliorer la distribution des individus. Cependant, il reste encore quelques observations extrêmes sur les axes 1 et 2 (59 et 172) et sur les axes 1 et 3 (59, 138, 94, 172). Dans la prochaine ACP, quelques observations extrêmes seront supprimées. L'objectif étant d'améliorer la distribution et les coefficients de la matrice de corrélation après rotation. Les individus 59, 94, 138 et 172 seront donc supprimés.

ACP 5 : variables clés = 6, Nombre d'observations = 102
Déterminant = 0.517
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy. (KMO=0.62)
Bartlett's Test of Sphericity : Sig. =.000

Total Variance Explained

	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	**1.959**	**32.643**	**32.643**
2	**1.274**	**21.238**	**53.882**
3	**0.841**	**14.021**	**67.903**
4	0.820	13.665	81.568
5	0.625	10.418	91.986
6	0.481	8.014	100.000

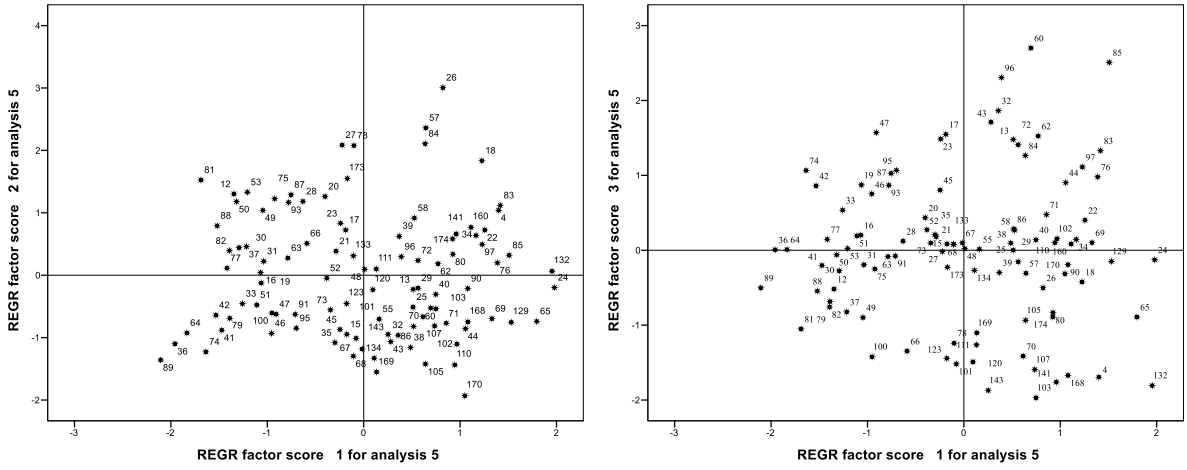
Rotated Component Matrix

	Component		
	1	2	3
che_tot2	**0.728**	0.129	-0.326
sau_tot1	**0.712**	-0.297	-0.034
NB_EQUI	**0.678**	0.341	0.112
act_fam1	**0.667**	-0.059	0.097
rev_act2	-0.016	**0.912**	0.101
sau_irr1	0.009	0.123	**0.959**

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.
a. Rotation converged in 6 iterations.

L'indice KMO se stabilise donc autour de 0.60 (**KMO= 0.62 > 0.50**). Trois facteurs ont été retenus et la variabilité totale expliquée est de 68%. La suppression des observations extrêmes améliore donc la répartition des coefficients dans la matrice des composantes après rotation. Les différentes variables clés choisies sont biens définies sur les 3 principaux axes factoriels. Les variables telles que la taille des animaux (che_tot1), la surface agricole totale (sau_tot1), le nombre d'équipements (NB_EQUI), et le nombre d'actifs (act_fam1) sont corrélées avec l'axe 1. L'axe 1 sera défini donc comme la dotation totale en capitaux (capital naturel, capital physique et capital humain). Le revenu extra-agricole par actif (rev_act2) est corrélé avec l'axe 2 qui définit le capital extra-agricole du ménage. La surface irriguée (sau_irr1) est corrélée avec l'axe 3 qui peut être défini comme l'accès au périmètre irrigué donc aux parcelles rizicoles.

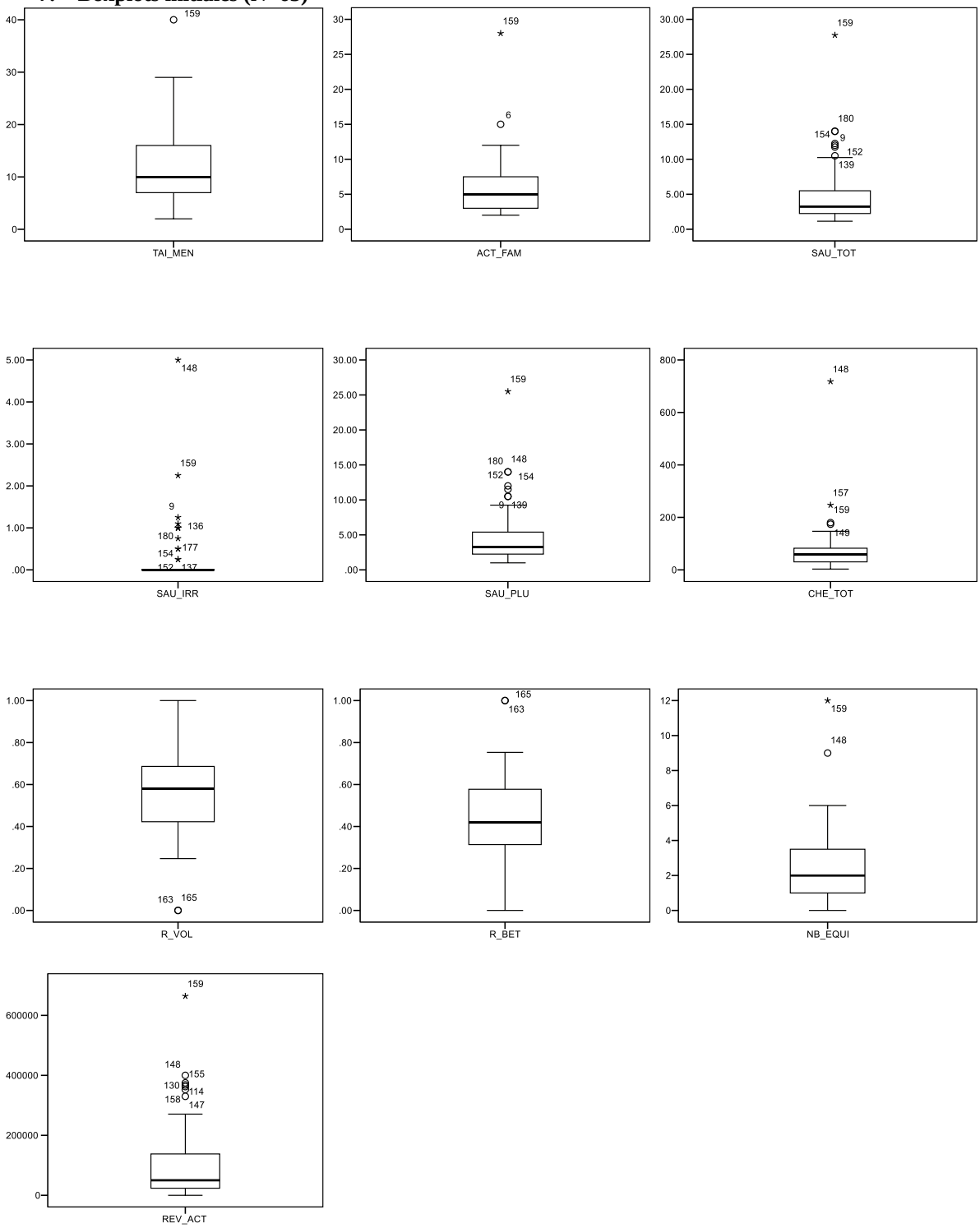
Visualisation des deux plans factoriels



Les individus sont maintenant mieux distribués dans les deux plans factoriels et les classes biens dispersées. Même s'il existe une observation extrême (85), j'ai choisi de la garder car sa suppression n'améliore pas les résultats). L'ACP finale est donc l'ACP 5.

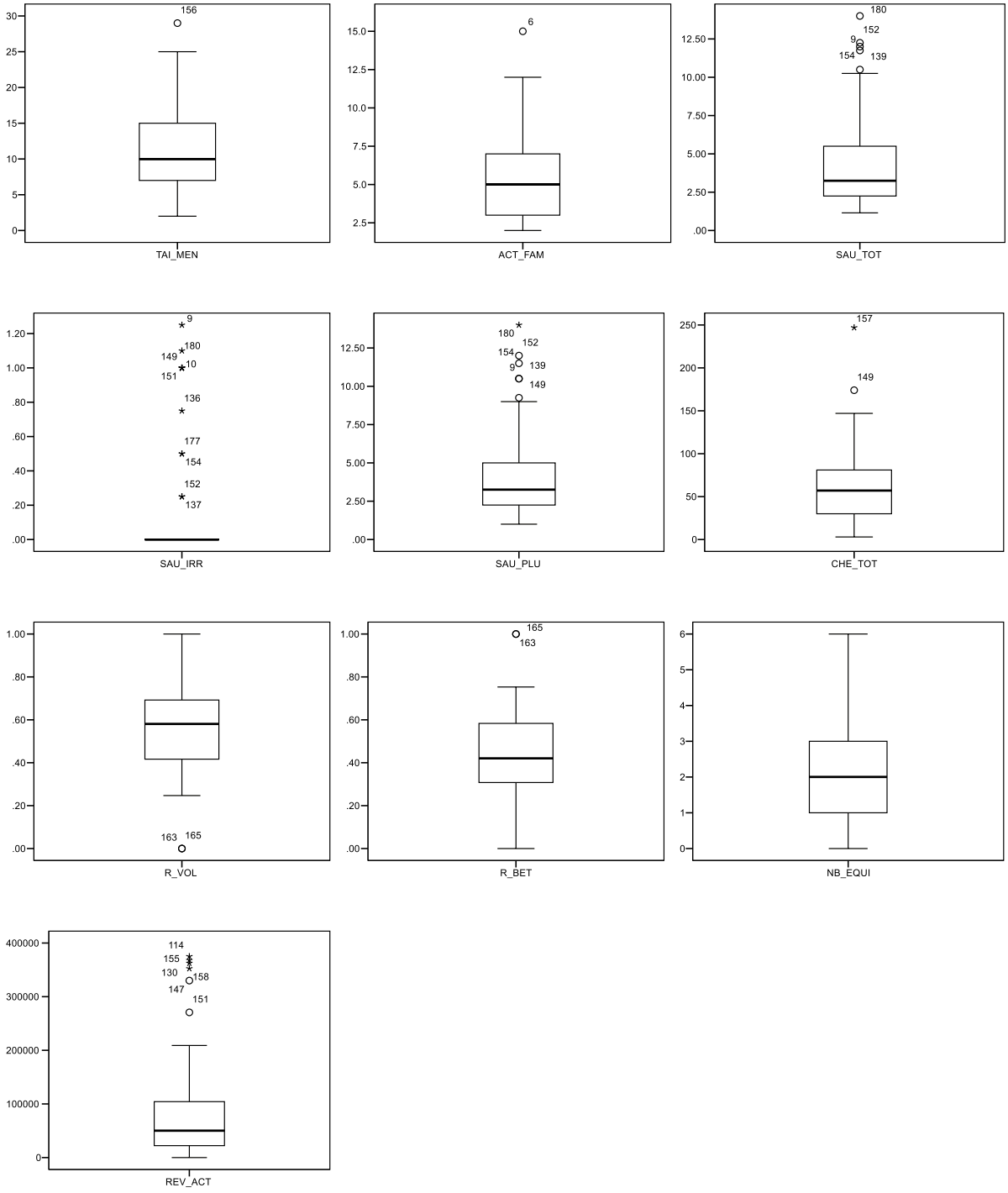
Annexe 9: Procédure d'élaboration de la typologie en zone pluviale

7. Boxplots initiales (N=63)



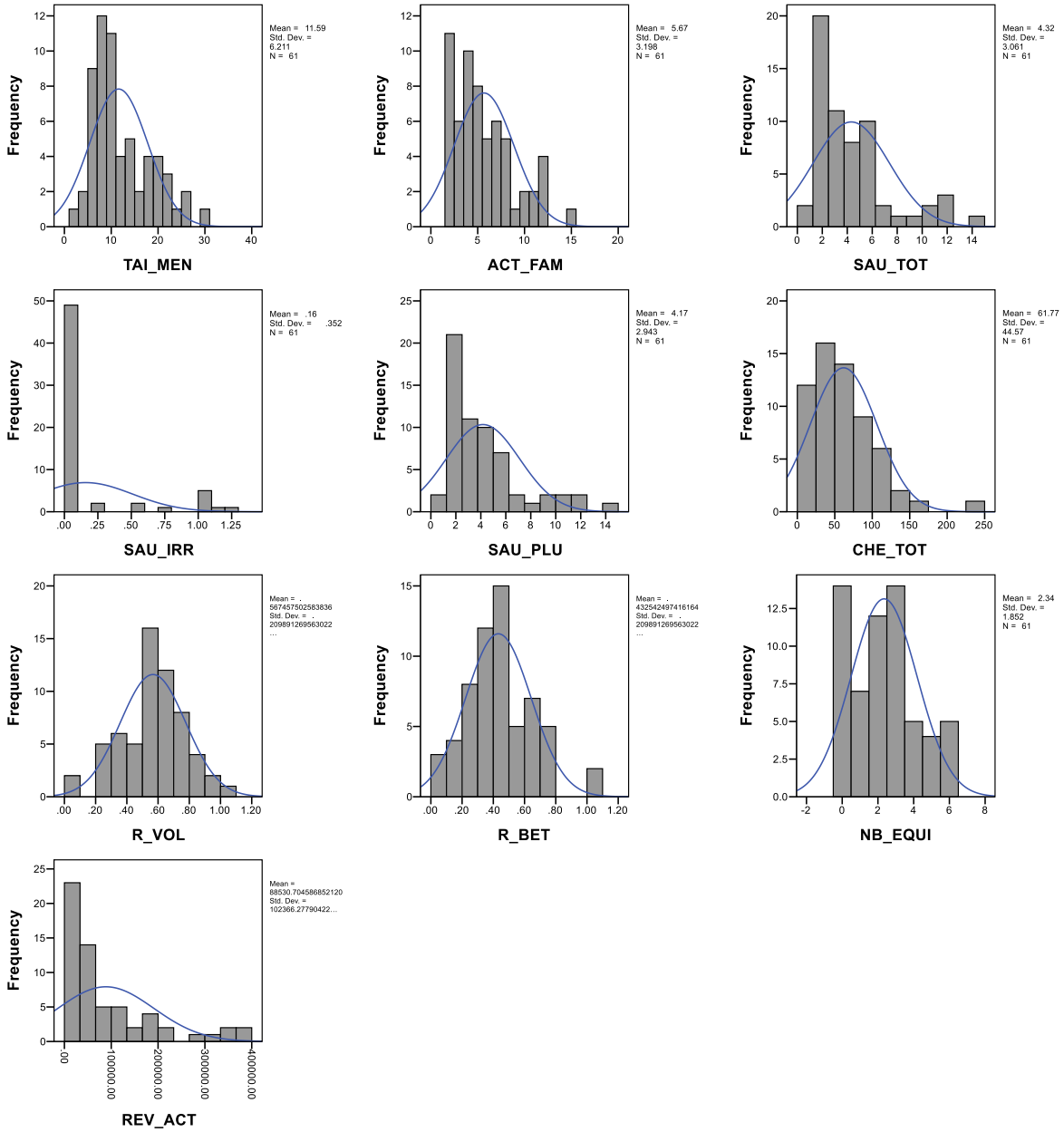
A travers ces graphiques, deux valeurs extrêmes ont été détectées. Les observations 148 et 159 ont été donc supprimées. L'annexe 2 présente les boxplots après la suppression de ces deux observations.

8. Boxplots après suppression des observations 148 et 159 (N=61)



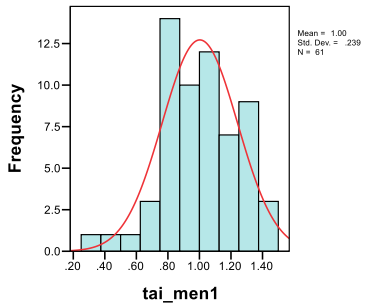
Quelques observations extrêmes existent toujours mais, je les ai gardées pour la suite de l'analyse.

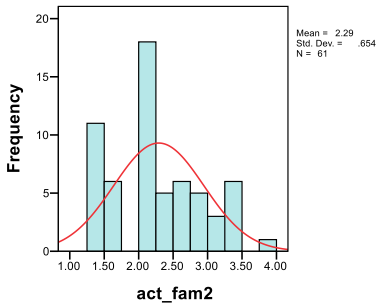
9. Histogrammes des variables avant transformation.

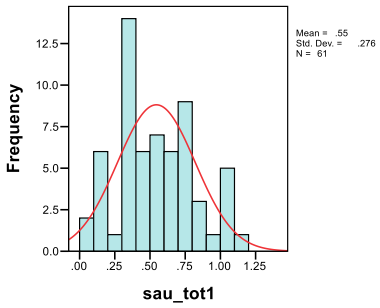


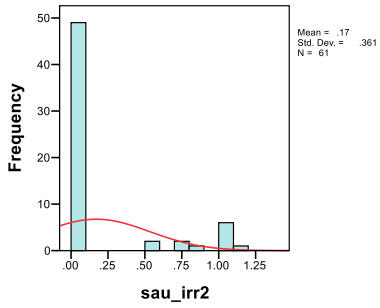
Après l'examination des distributions, j'ai décidé de transformer certaines variables afin d'obtenir une meilleure distribution c'est-à-dire une distribution qui tend vers la symétrie. Il s'agit de (TAI_MEN, ACT_MEN, SAU_TOT, SAU_IRR, SAU_PLU, CHE_TOT, REV_ACT,). Pour les autres variables, les transformations examinées ne produisent pas une meilleure distribution que les variables elles-mêmes (NB_EQUI, R_VOL R_BET). Les transformations choisies sont le log (x1) et la racine carrée (X2).

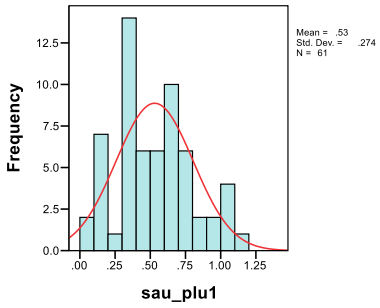
10. Histogrammes des variables après transformation (X1= log, X2= SQRT)

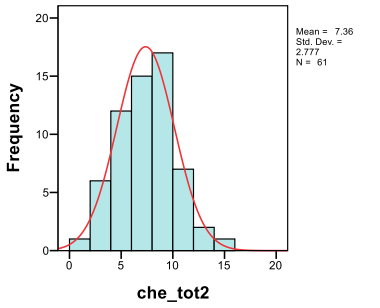


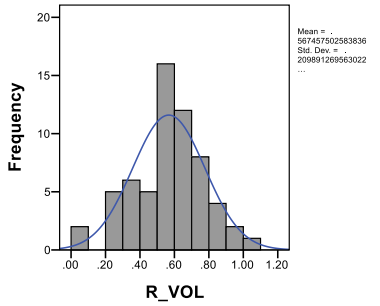


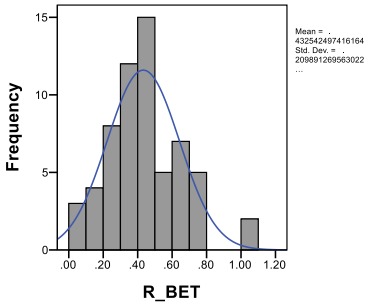


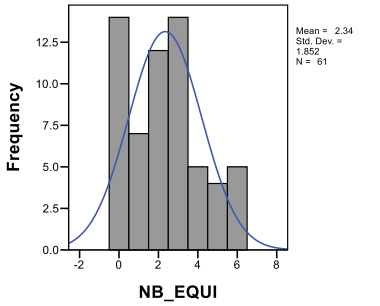


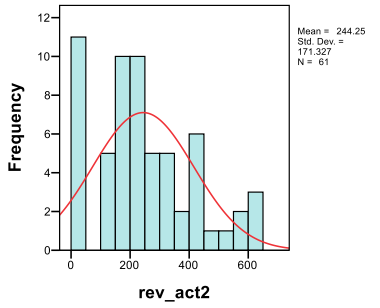












La transformation des variables a permis d'améliorer la symétrie de la distribution des variables, même si certaines variables restent toujours asymétriques.

ACP 1 : Nombre de variables clés =10, Nombre d'individus =61

Correlation Matrix[a]										
	tai_men1	act_fam2	sau_tot1	sau_plu1	sau_irr2	NB_EQUI	che_tot2	R_VOL	R_BET	rev_act2
tai_men1	1.00									
act_fam2	**0.77**	1.00								
sau_tot1	0.41	0.32	1.00							
sau_plu1	0.39	0.31	**0.99**	1.00						
sau_irr2	0.28	0.07	0.49	0.40	1.00					
NB_EQUI	0.62	0.52	0.62	0.60	0.38	1.00				
che_tot2	0.50	0.40	0.33	0.31	0.36	0.47	1.00			
R_VOL	-0.22	-0.14	0.15	0.16	0.00	-0.12	-0.00	1.00		
R_BET	0.22	0.14	-0.15	-0.16	-0.00	0.12	0.00	**-1.00**	1.00	
rev_act2	-0.16	-0.25	0.09	0.06	0.27	-0.00	0.05	0.23	-0.23	1.00
a. Determinant = .000										
b. This matrix is not positive definite.										

La matrice de corrélation n'est pas positive ce qui signifie que l'ACP n'est pas réalisable avec ce nombre de variables. Examinons les paires de variables corrélées.
Corr. (tai_men1, act_fam2) = 0.77
Corr. (sau_plu1, sau_tot1) = 0.99
Corr. (R_BET, R_VOL) = - 1
Ces variables sont fortement corrélées entres elles. J'ai essayé de réduire le nombre de variables en supprimant 3 variables (tai_men1, sau_plu1, R_VOL)

ACP 2 : Nombre de variables clés =7, Nombre d'individus =61
Déterminant = 0.152
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy. (KMO=0.65)
Bartlett's Test of Sphericity : Sig. =.000

Correlation Matrix[a]							
	act_fam2	sau_tot1	sau_irr2	NB_EQUI	che_tot2	R_BET	rev_act2
act_fam2	1.000	0.325	0.077	0.525	0.406	0.142	-0.254
sau_tot1	0.325	1.000	0.499	0.628	0.336	-0.157	0.097
sau_irr2	0.077	0.499	1.000	0.381	0.368	-0.002	0.275
NB_EQUI	0.525	0.628	0.381	1.000	0.472	0.127	-0.005
che_tot2	0.406	0.336	0.368	0.472	1.000	0.005	0.059
R_BET	0.142	-0.157	-0.002	0.127	0.005	1.000	-0.234
rev_act2	-0.254	0.097	0.275	-0.005	0.059	-0.234	1.000

Total Variance Explained			
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	**2.643**	**37.756**	**37.756**
2	**1.519**	**21.700**	**59.456**
3	**0.910**	**12.994**	**72.449**
4	0.701	10.020	82.469
5	0.568	8.114	90.584
6	0.392	5.600	96.183
7	0.267	3.817	100.000

Après la suppression des 3 variables, la matrice de corrélation devient positive dans l'ACP 2. L'indice KMO =0.65 > 50. Trois facteurs principaux ont été retenus et la variance totale expliquée est de 72%.

Rotated Component Matrix			
	1	2	3
NB_EQUI	**0.857**	-0.007	0.114
sau_tot1	**0.776**	0.200	-0.224
che_tot2	**0.701**	0.072	0.040
act_fam2	**0.695**	**-0.500**	0.070
rev_act2	-0.028	**0.812**	-0.193
sau_irr2	**0.550**	**0.643**	0.139
R_BET	0.014	-0.116	**0.974**
Extraction Method: Principal Component Analysis.			
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.			
a. Rotation converged in 5 iterations.			

En examinant la matrice de rotation, les variables act_fam2 et sau_irr2 ne sont pas bien définies sur les trois principaux axes retenus, alors que la variable R_BET est la seule variable corrélée avec l'axe 3. J'ai choisi de supprimer la variable R_BET pour voir si cela réduit le nombre d'axe principaux et améliore l'indice KMO et la distribution des coefficients de la matrice de corrélation.

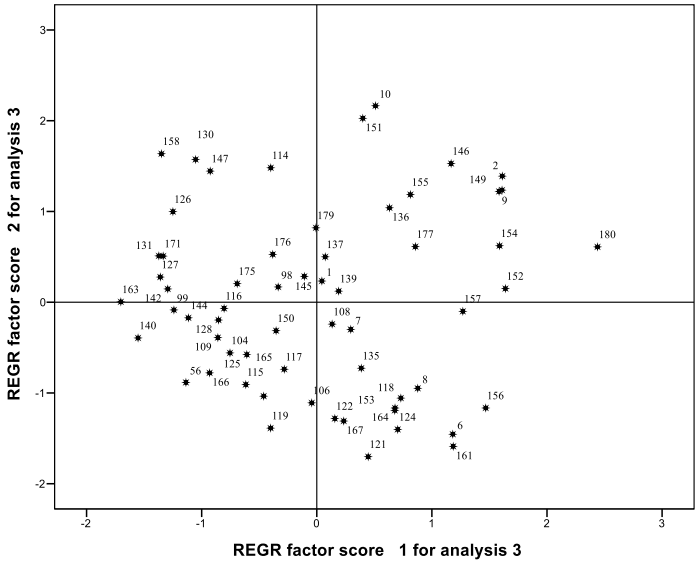
ACP 3 : Nombre de variables clés =6, Nombre d'individus =61
Déterminant = 0.183
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy. (KMO=0.709)
Bartlett's Test of Sphericity : Sig. =.000

Total Variance Explained			
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	**2.642**	**44.036**	**44.036**
2	**1.364**	**22.729**	**66.765**
3	0.702	11.704	78.469
4	0.581	9.677	88.146
5	0.399	6.648	94.793
6	0.312	5.207	100.000

La suppression de R_BET améliore l'indice KMO qui passe à 0.70 et réduit le nombre de composantes principales car les deux premiers axes dont les valeurs propres sont supérieures à 1 expliquent plus de 66% de la variance totale. Donc, on retient ces deux premiers axes ici. Examinons la matrice de rotation.

Rotated Component Matrix		
	1	2
NB_EQUI	**0.859**	-0.053
sau_tot1	**0.774**	0.213
che_tot2	**0.706**	0.023
act_fam2	**0.672**	-0.531
sau_irr2	**0.587**	**0.577**
rev_act2	0.002	**0.843**
Extraction Method: Principal Component Analysis.		
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.		
a. Rotation converged in 3 iterations.		

La sau_irr2 reste moins bien définie entre l'axe 1 et l'axe 2. Examinons, le plan factoriel des individus pour détecter d'éventuelles valeurs extrêmes dont la suppression pourrait améliorer les résultats.



Une valeur extrême a été détectée, il s'agit de l'observation 180 que j'ai essayé de supprimer dans l'objectif d'améliorer l'interprétation de la matrice de rotation.

ACP 4 : Nombre de variables clés =6, Nombre d'individus =60
Déterminant = 0.215
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy. (KMO=0.691)
Bartlett's Test of Sphericity : Sig. =.000

Total Variance Explained

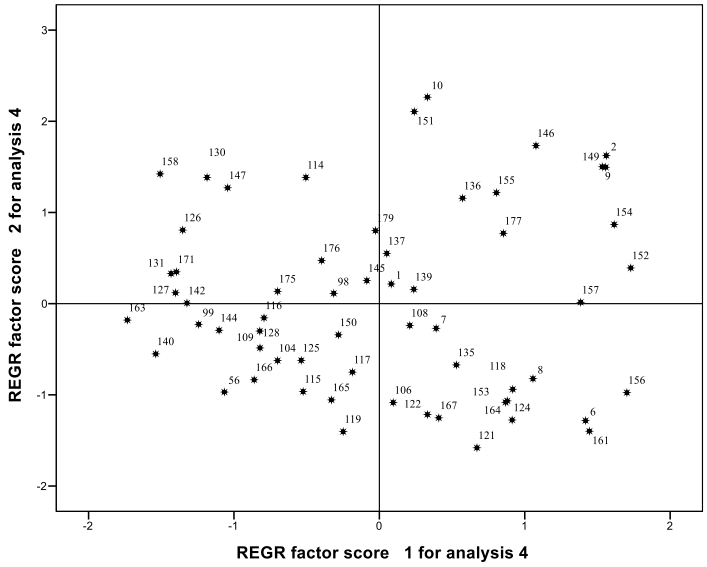
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	**2.522**	**42.038**	**42.038**
2	**1.394**	**23.24**	**65.278**
3	0.739	12.325	77.603
4	0.591	9.846	87.449
5	0.418	6.965	94.415
6	0.335	5.585	100

Rotated Component Matrix

	1	2
NB_EQUI	**0.854**	0.027
act_fam2	**0.728**	-0.456
sau_tot1	**0.727**	0.298
che_tot2	**0.679**	0.087
rev_act2	-0.07	**0.833**
sau_irr2	0.472	**0.665**

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.
a. Rotation converged in 3 iterations.

La suppression de l'observation 180 stabilise l'indice KMO à environ 0.70. Le nombre de composantes principales retenues reste à deux avec une variance totale expliquée de 65%. Les variables NB_EQUI, act_fam2, sau_tot1, che_tot2 sont corrélées avec l'axe 1. Cet axe est défini comme dotation totale en capitaux du ménage. L'axe 2 est corrélé avec rev_act2 et sau_irr2 et définit la dotation du ménage en terres irriguées et son revenu extra-agricole.



Sur le plan factoriel formé par l'axe 1 et l'axe2, (graphique ci-dessus), les individus sont mieux repartis et il n'existe plus de valeurs extrêmes (ou très éloignées des autres). L'ACP finale sera donc l'ACP 4.

Annexe 10: Résultats des tests de validation des typologies en zones irriguée et pluviale

Ces tests permettent de valider statiquement les ménages types identifiés. En rappel, le test One way Anova teste l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes entre les types et l'hypothèse alternative implique qu'au moins 2 ménages types ont des moyennes statistiquement différentes. Les résultats sont présentés dans le tableau A. La dernière colonne représente la p-value des tests. Pour toutes les variables, dans la zone irriguée comme dans la zone pluviale, la p-value ≈ 0,00 est inférieure au seuil critique (0,05), ce qui implique qu'on rejette l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes au seuil de 5%. Cela signifie qu'au moins deux ménages types ont des moyennes différentes. Ce test permet de voir qu'une différence existe mais elle est globale. Elle ne donne pas de précision sur quel type de ménage est différent significativement de l'autre. L'application des tests post-hoc répond à cette interrogation. Ils ne sont appliqués que lorsque l'hypothèse nulle est rejetée dans le test Anova.

Tableau A : Résultats des tests d'analyse de la variance (One way Anova)

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	P-value
Zone irriguée					
Actifs familiaux	165.5	4	41.4	7.5	0.00
Surface agricole totale	166.2	4	41.5	19.2	0.00
Surface irriguée	18.6	4	4.6	40.5	0.00
Nombre d'animaux	31949	4	7987	11.3	0.00
Equipements	95.5	4	24	20.3	0.00
Revenu extra/actif	4.6E+11	4	1.2E+11	20.5	0.00
Zone pluviale					
Actifs familiaux	371.9	3	123.9	29.4	0.00
Surface agricole totale	173.8	3	57.9	11.1	0.00
Surface irriguée	5.1	3	1.7	59	0.00
Nombre d'animaux	29144	3	9714.7	6.6	0.001
Equipements	102.6	3	34.2	21.4	0.00
Revenu extra/actif	2.90E+11	3	9.7E+10	16.1	0.00

Source : auteur

Le test post-hoc de Games-Howell est appliqué sur les variables (surface totale, surface irriguée, nombre d'animaux, revenu extra-agricole/actif), pour la zone irriguée et sur les variables (actifs familiaux, surface totale,

surface irriguée, revenu extra-agricole/actif) pour la zone pluviale, car ces variables remplissent les conditions de variances hétérogènes. Pour les variables dont les variances sont homogènes (actifs familiaux et équipements) pour la zone irriguée et (nombre d'animaux et équipements) pour la zone pluviale, c'est le test de Bonferroni qui est appliqué. Les résultats des tests post-hoc pour les deux zones sont présentés dans le tableau B. Ces résultats montrent où se trouvent les différences entre les ménages types analysés deux par deux. Par exemple, dans la zone irriguée, ce qui différencie significativement le ménage type 1 du ménage type 2 est la taille de la surface totale possédée (p-value =0,004), la surface irriguée (p-value = 0,046) et le nombre d'équipements (p-value= 0,000) ; en revanche, leurs nombres d'actifs, de cheptels totaux et de revenus extra-agricoles ne sont pas significativement différents (p-values > 0,05) au seuil de 5%. Le type 4 est significativement différent du type 5, pour toutes les variables sauf les revenus extra-agricoles qui ne sont pas différents (p-value = 0,993) au seuil de 5%. Par exemple en zone pluviale, ce qui différencie significativement le ménage type 6 du type 9 est la taille des actifs familiaux (p-value= 0,034) et le revenu extra-agricole/actif (p-value = 0,009). Le type 6 et le type 7 sont différents en matière de dotations de tous les capitaux mais ont des revenus extra-agricoles statistiquement non différents (p-value =0,758) au seuil de 5%.

Tableau B: Résultats des tests post-hoc (Games Howell, Bonferroni)

	Actifs familiaux	Surface totale	Surface irriguée	Nombre animaux	Equipements	Revenu extra/actif
Zone irriguée						
T1-T2	0,69	0,004	0,046	0,731	0	0,466
T1-T3	0,173	0,052	0	0,986	1	0,075
T1-T4	0,97	0,599	0,984	0,012	0	0,003
T1-T5	1	0	0,002	0,364	0,097	0,003
T2-T3	0,001	0	0	0,955	0	0,182
T2-T4	1	0,056	0,057	0,269	1	0
T2-T5	0,01	0	0,184	0,02	0	0
T3-T4	0	0,002	0	0,068	0	0,075
T3-T5	1	0,088	0	0,152	1	0,039
T4-T5	0,007	0	0,001	0	0	0,993
Zone pluviale						
T6-T7	0,001	0,026	0	0,011	0	0,758
T6-T8	0	0,706	0,753	0,022	0	0,007
T6-T9	0,034	0,807	0,753	1	1.000	0,009
T7-T8	0,001	0,067	0	1	1	0,014
T7-T9	0,166	0,006	0	0,012	0	0,018
T8-T9	0	0,039	0,753	0,025	0	0,972

Source : auteur

ANNEXES DU CHAPITRE 5

Annexe 11: Frais annuels d'amortissement et de maintenance des équipements

	Valeur d'acquisition	Durée amortissement (années)	Amortissement annuel	Frais de maintenance	**Mt**
Motopompe	250000	10	25000	25000	**50000**
Herse	80000	15	5333	2000	**7333**
Motoculteur	1300000	10	130000	215000	**345000**
Charrue	35000	15	2333	4045	**6378**
Charrette	200000	15	13333	28500	**41833**
Tricycle	2000000	15	133333	200000	**333333**
Bœuf de trait	250000	7	35714	26000	**61714**
Ane	70000	7	10000	1000	**11000**

Source : Calcul de l'auteur à partir des données extraites de (Roudart *et al.*, 2012)

Annexe 12: Charges rizicoles utilisées dans le calcul du seuil économique (coût/ha/campagne)

	Quantité	Coût unitaire (FCFA/unité)	Total (FCFA)
Engrais	8 sacs	20000/sac	160000
Semence	50 kg	200/kg	10000
Pesticide	-	-	20000
Opérations culturales*	-	-	120000
Location**	-	-	100000

**= labour + hersage + planage + repiquage (30000*4). ** si la parcelle est louée. Ces données sont basées sur le cahier des charges de la culture du riz irrigué en mode paysannat et des données des enquêtes de terrain en 2017.*

Annexe 13: Équivalent en kcal pour 1 kg d'aliments consommés

Produits végétaux					
Produits	Kcal	Produits	Kcal	Produits	Kcal
Maïs	3630	Niébé	3400	Aubergine	220
mil	3630	Arachide	5790	choux	230
Riz	3540	Soja	3630	Oignon	480
Sorgho	3550	Gombo	330	Tomate	200
sésame	5920				
Produits animaux					
Animaux	Kg en viande	Kcal pour 1kg	Total kcal/tête		
1 bœuf	138	2020	278760		
1 chèvre	9	1450	13050		
1 mouton	10	1490	14900		
1 poule	1	1390	1390		

Sources : pour les équivalences en kg, voir (Seaman *et al.*, 2000). *Pour les équivalences en viande des animaux, voir* (MRA, 2015)

Annexe 14: Barème de compensation par culture de Bagrépôle

Cultures	Sorgho	Mil	Maïs	Riz	Soja	Coton
FCFA/ha	105000	105000	113125	233375	130850	181980
Cultures	Arachide	Sésame	Niébé	Voandzou	Oignon	
FCFA/ha	118625	191240	187500	118625	1320000	

Sources : (Bagrépôle, 2014a, 2014b)

Annexe 15: Données du compte d'exploitation en mode paysannat selon les projections de Bagrépôle

	Année 1	**Année 2**	**Année 3**
Rendement saison pluvieuse (t/ha)	4,125	4,95	5,5
Rendement saison sèche (t/ha)	-	5,4	6
Moyenne des deux saisons (t/ha)	*4,125*	*5,175*	*5,75*
Prix de vente du paddy (FCFA/kg)	140	140	140
Recettes	595031	1595588	1772875
Charges	307584	621521	621521
Revenu net	287447	974066	1151354

Source : (Bagrépôle, 2012a)

Annexe 16: Méthode de calcul des compensations de Bagrépôle
sources (Bagrépôle, 2014a, 2014b)

Critères d'éligibilité :

Le calcul des indemnisations s'appuie sur la méthode de la Banque Mondiale qui est celle du coût de remplacement, c'est à dire la méthode d'évaluation des actifs qui permet de déterminer le montant suffisant pour remplacer les pertes subies et couvrir les coûts de transaction. Pour les pertes de cultures agricoles, il y a trois catégories de PAP à savoir, le propriétaire coutumier qui perd un patrimoine, le propriétaire-exploitant qui perd un patrimoine et un moyen d'existence ou source de revenu et l'exploitant qui perd un moyen d'existence. Toutes ces trois catégories de PAP bénéficient de compensation.

Mode de calcul des compensations

Le principe de remplacer la terre par la terre est retenu pour les pertes de terres agricoles. En conséquence, des terres de remplacement seront prévues au niveau des sites aménagés pour répondre à cette demande à raison d'un 1 hectare en site aménagé pour 4 à 5 hectares perdus en pluvial. La superficie de compensation pour chaque PAP en riziculture est calculée en

faisant un rapport entre le montant de l'indemnisation financière et le revenu estimé pour un hectare de riz sur le périmètre (330225 FCFA). Si l'on part du fait que sur le périmètre au moins deux campagnes de production sont envisagées, la somme de 330225 FCFA est multipliée par deux pour aboutir à 660450 FCFA. Soit SP, la superficie de compensation, RP le revenu net perdu et RF le revenu projeté sur le futur périmètre.

$$\mathrm{SP} = \frac{\mathrm{RP}}{\mathrm{RF}}$$

Aussi, le projet procédera au paiement d'une compensation pour perte de récolte (revenu) sur la durée des travaux pour la perturbation des activités agricoles. La détermination du revenu annuel tiré de l'exploitation d'un champ permet d'évaluer la compensation des pertes de récoltes. Soit Si la surface agricole impactée, Rdt le rendement maximal par hectare et Cu le coût unitaire du marché, N le nombre de récoltes annuelles (N=1) pour les cultures pluviales et maraîchères. Le coût de compensation CP s'écrit :

$$\mathrm{CP} = \mathrm{Si} \times \mathrm{Rdt} \times \mathrm{Cu} \times \mathrm{N}$$

Annexe 17: Valeur ajoutée et rémunération en riziculture irriguée

Echantillon des 102 riziculteurs enquêtés et analysés	FCFA	€
Valeur ajoutée/ha	639478	975
Salaire versé aux contractuels saisonniers/ha	160590	245
Rémunération versée aux agriculteurs familiaux/ha	478887	730
Extrapolation sur 3080 ha, dont taux de mise en valeur en 2016 (94,3%, soit 2905ha)	**FCFA**	**€**
Valeur ajoutée	1857682322	2832036
Salaire versé aux contractuels saisonniers	466514972	711202
Rémunération versée aux agriculteurs familiaux	1391167350	2120834
Valeurs en millions	**Millions FCFA**	**Millions €**
Valeur ajoutée	1857,7	2,8
Salaire versé aux contractuels saisonniers	466,5	0,7
Rémunération versée aux agriculteurs familiaux	1391,2	2,1

Source : calcul de l'auteur à base des données des enquêtes, 2017

Annexe 18: Valeur ajoutée et rémunération banane irriguée

	Compte d'exploitation 2016, Bananiers			
	Groupement	**Sougrinooma**	**Sougrinooma**	**Wend Benedo**
	Surface acquise (ha)	30		30
	Nombre de producteurs	6		10
	Surface/producteur (ha)	5		3
	Résultats 2016 pour 3 producteurs	**P1**	**P2**	**P3**
Production	Surface mise en valeur (ha)	3	3	3
	Rendement (t/ha)	30	32	25
	Production (t)	90	96	75
	Prix de vente (FCFA/kg)	150	160	160
	Chiffre d'affaire (FCFA)	13500000	15360000	12000000
Charges	Engrais (sacs)	240	180	168
	Prix unitaire engrais (FCFA/sac)	20000	20000	17500
	Total engrais (FCFA)	4800000	3600000	2940000
	Carburant, pesticides, autres	3200000	2260000	1750000
	Main d'œuvre permanente (nombre/ha)	2	2	2
	Salaire/an	200000	180000	200000
	Main d'œuvre temporaire (nombre/ha)	3	3	3
	Salaire/an	18000	18000	14400
	Total main d'œuvre (FCFA)	1362000	1242000	1329600
VAB	Valeur ajoutée totale (FCFA)	5500000	9500000	7310000
	Valeur ajoutée totale (FCFA/ha)	1833333	3166667	2436667
	Part versée aux salariés (FCFA/ha)	454000	414000	443200
	Part versée aux producteurs (FCFA/ha)	1379333	2752667	1993467
	Création de richesse (moyenne des 3)	**FCFA**	**€**	

	Valeur ajoutée/ha	2478889	3779	
	Part versée aux salariés/ha	437067	666	
	Part versée aux producteurs/ha	2041822	3113	
	Extrapolation sur 70 ha, dont taux de mise en valeur en 2016 (75,7%, soit 53ha)			
	Valeur ajoutée totale	131381111	200289	
	Part versée aux salariés	23164533	35314	
	Part versée aux producteurs	108216578	164975	
	Valeurs en millions	**Millions FCFA**	**Millions €**	
	Valeur ajoutée totale	131,4	0,2003	
	Part versée aux salariés	23,2	0,0353	
	Part versée aux producteurs	108,2	0,1650	

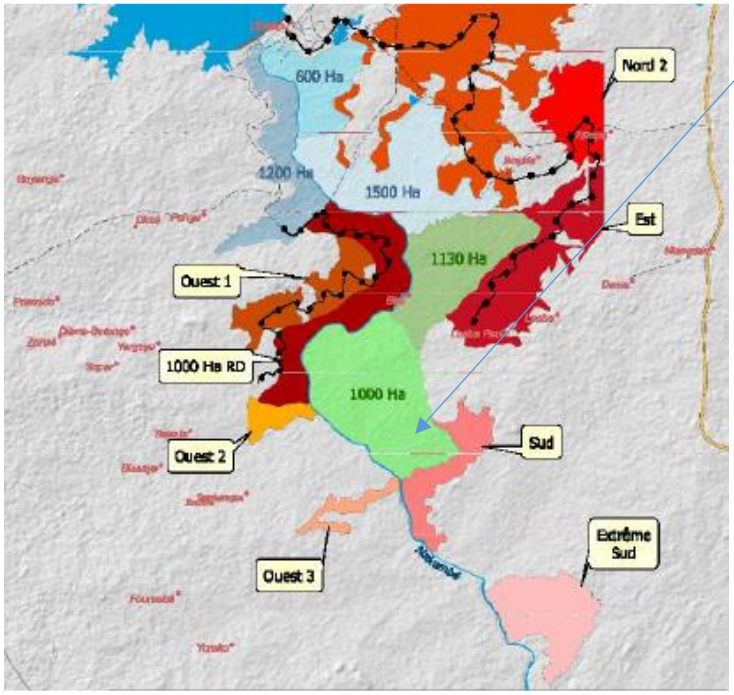
Source : calcul de l'auteur à base des données des enquêtes, 2017

Annexe 19: Données sur les rendements rizicoles de Bagré

Périmètres	**Sources**		**N**	**Coût/ha (fcfa)**	**Rdt/ha (t)**	**CV**	**Min**	**Max**	**Années données**	**saison**	**Prix/kg (fcfa)**
Bagré	(Nébié, 2005)			136405	**3,7**	-	-	-	1993/95	-	82/100
	(Segda et al., 2004)		16	261561	**4,9**	-	0,90	7,90	1999	1	105
	(Segda et al., 2004)		12	285352	**3,6**	-	1,00	7,90	2000	2	100
	(Segda et al., 2006)		14	-	**5,8**	0,20	3,58	7,16	2003	2	100
	(Kabore, 2007, 2016)		30	318316	**3,2**	0,37	0,96	5,05	2005	1	98
	(Ouedraogo, 2015b)		170	439777	**3,9**	0,33	1,78	10,5	2009	2	-
	(Tapsoba, 2016)		34	370000	**3,8**	0,19	2,57	6,00	2014	1,2	150
	Thèse	Ensemble	102	311200	**3,5**	0,28	0,88	6,65	2016	1,2	150
		Type 1	16	324000	**3,8**	0,22	2,5	5,45			
		Type 2	15	318000	**3,6**	0,18	2,75	5,30			
		Type 3	14	300000	**3,2**	0,24	1,81	4,28			
		Type 4	25	294000	**2,9**	0,28	0,88	4,61			
		Type 5	32	320000	**3,9**	0,29	1,55	6,65			
Kou	(Kabore, 2007, 2016)		80	222984	**3,2**	0,21	1,50	5,25	2005	1	141
	(Ouedraogo, 2015a)		130	360810	**4,8**	0,21	1,40	7,20	-	-	-
Sourou	(Kabore, 2007, 2016)		40	315858	**3,6**	0,47	0,32	5,44	2005	1	-

Source : compilation de l'auteur

Annexe 20: Constat sur l'aménagement d'un périmètre de 1000 ha Bagrépôle



Constat de l'aménagement des 1000 ha (surface en vert claire)

- Superficie nette irriguée = 1000 ha
- Emprise affectée = 1900 ha

On dénombre 418 champs affectés appartenant à 280 ménages (PAP), soit au total 1558,26 ha cultivés.
Le reste 341,76 ha = pâturage

Parmi les PAP,
- 25% perdent toutes leurs possessions foncières.
- La perte de terres est importante en matière de revenus pour la majeure partie des PAP (96,5 %).
- Seulement 3,5 % des PAP ont des revenus issus des terres agricoles hors de l'emprise des 1000 ha qui sont supérieurs aux revenus qu'elles tirent des terres situées dans la zone des 1000 ha

Source :(Bagrépôle, 2014a)

Annexe 21: Rapport sur l'état d'avancement de la mise en œuvre et les résultats : Burkina Faso, Projet de Pôle de Croissance de Bagré

	Number of jobs created	Number of Agribusiness firms investing in more than 500 ha	Number of enterprises established	Irrigated hectares developed and under production
Mai_2011	0	0	3	3000
Sept_2013	3584*	0	28	3000
Mars_2014	7321	0	48	3000
Juil_2015	14700	7	97	3380
Jan_2016	16865	0	97	3380
Juil_2016	22470	0	142	3380
Nov_2016	23720	0	158	3380
Juin_2017	25020	0	167	3380
Dec_2017	25270	0	167	3380
Juin_2018	26110	0	167	3380
Dec_2018	26750	5	177	3380
Juin_2019	30500**	5	177	3380
Cible, sept. 2017	**30000**	**3**	**40**	**15000**
Cible, nov. 2020	**33000**	**20**	**200**	**15000**

NB: * = Jobs were created as a result of farming 1200 hectares and service providers. **= This aspect of the project continues to perform well as new jobs have been created primarily as a result of MEBF (Maison de l'Entreprise du Burkina Faso) matching grants to SMEs and are on-target to reach end target goals by November 30, 2020.
Source: The World Bank Implementation Status & Results Report Burkina Faso, Bagré Growth Pole Project (P119662): Sequence 1 to Sequence 15: http://documents.worldbank.org/curated/en/docsearch/country/82677

Annexe 22: Progression des aménagements et d'installations de populations sur le périmètre de Bagré

	1980	**1995-2002**	**2002-2004**	**2006-2009**	**2016**
Foncier irrigué aménagé (ha)	80	1200	600	1500	
Evolution du foncier irrigué (ha)	80	1280	1880	3380	3380
Foncier pluvial (ha)	250	1900	1214	-	-
Producteurs installés	100	1000 à 1200	600 à 680	1000 à 1500	-

Sources : (Yaméogo, 2005 ; Bagrépôle, 2012b ; Kabore et Sédogo, 2014)

ANNEXES DU CHAPITRE 6

Annexe 23 : Description des trésoreries des ménages types irrigants

Pendant les enquêtes individuelles, des questions ont été posées sur les périodes d'activités et de rentrées d'argent des revenus extra-agricoles. Pour les emplois salariés, le revenu est reparti sur les 12 mois. Pour les activités d'auto-emploi (commerce, artisanat, transformation, etc.), si l'activité se déroule pendant toute l'année (le revenu de l'activité est reparti sur les 12 mois). Si l'activité a lieu quelques mois de l'année, le revenu est divisé par le nombre de mois et reparti sur les mois en question. Pour les activités saisonnières comme l'orpaillage, le salariat agricole, etc., le revenu de ces activités est reparti sur les mois de la période d'activité. Les flux de trésorerie de l'activité agricole ont été établis à partir des calendriers culturaux des différentes spéculations.

Evolution des dépenses mensuelles par ménage type

Janvier et juillet : comme le montrent les graphiques (dépenses des ménages types), ce sont les deux mois les plus importants pour les ménages irrigants en matière de besoins de liquidité. Ce sont respectivement les débuts de la campagne 1 (janvier) et de la campagne 2 (juillet) de la production rizicole. Les dépenses concernent principalement l'achat des intrants rizicoles (environ 200000 FCFA/ha/campagne). Cependant, plus de 80% de ces dépenses (coûts des engrais) sont normalement financées par le crédit intrants de la banque sous conditions que le ménage ait soldé son crédit précédent. A cela, s'ajoutent les charges sur les opérations de riz irrigué de

début campagne (labour, hersage, planage, repiquage). Une opération coûte en moyenne, selon les données de terrain, 30000 FCFA/ha/campagne, soit 120000 FCFA pour les 4 opérations. En pratique, une partie des opérations (environ 50%) est exécutée par les ménages, ce qui leur permet de réduire les besoins d'argent. En plus du riz, début juillet est le début de la saison hivernale (cultures pluviales), ce qui occasionne des dépenses supplémentaires surtout pour les ménages qui ont beaucoup de terres en pluviales comme le type 5. Cependant, les charges sont peu élevées car l'agriculture pluviale est extensive et peu consommatrice d'intrants agricoles. Enfin, s'ajoutent à ces charges, les dépenses quotidiennes de santé, d'alimentation, etc.

Février – Mars – Avril : pour ces trois mois, les charges concernent les dépenses quotidiennes (alimentation, santé si y a un malade, etc.). Ces mois peuvent être aussi des périodes de soudure pour certains irrigants dont les récoltes ne couvrent pas toute la saison. Ce qui peut occasionner des dépenses d'achats de céréales. Pour ceux qui sont en retard dans la campagne rizicole, les charges peuvent être plus importantes en février en raison du début des opérations culturales.

Mai et Novembre : pour les producteurs qui respectent le calendrier, ce sont les mois de récoltes respectives de la première campagne et de la deuxième campagne du riz. Cela nécessite pour le paysan de disposer de liquidité pour financer les opérations de fin de campagne (récolte, battage, vannage, transports, paiement des frais de redevance eau, achats d'emballages). Ces opérations coûtent pareilles que celles de début de campagne (30000 FCFA/ha). Certaines opérations peuvent être payées en nature, c'est-à-dire en riz paddy. Ce qui permet de réduire les besoins de liquidité. A cela, s'ajoutent les frais quotidiens d'alimentation et de santé et autres.

Juin et Décembre : en plus des dépenses quotidiennes, ces mois sont importants car ce sont les échéances respectives de remboursement des crédits intrants contractés en début de campagne 1 et en début de campagne 2. Ceci est indispensable pour pouvoir renouveler le crédit intrants.

Pour les mois d'**août et septembre**, les dépenses sont faibles et concernent celles de la vie quotidienne (alimentaires, santé et autres), mais aussi les dépenses sur les cultures oléagineuses dont la production commence souvent début août. Enfin, les dépenses de scolarité (autres dépenses) pour le mois d'octobre. Les dépenses de vêtements sont généralement effectuées les périodes de fêtes (ramadan, tabaski) et de nouvel an. En 2016, c'était en juin pour le ramadan et en septembre pour la tabaski.

Evolution des rentrées d'argent par ménage type

Janvier – Juillet : période de grandes rentrées d'argent dans la trésorerie du ménage par la mise à disposition par la banque, des crédits engrais nécessaires au démarrage des campagnes rizicoles. Les résultats montrent que ce sont les plus importantes rentrées d'argent pour les ménages et surtout pour les plus pauvres et donc mettent en évidence, l'indispensabilité du crédit de la banque pour la production du riz. En plus de cela, il y a aussi les revenus extra-agricoles, les ventes de produits maraîchers.

Février – Mars – Avril : revenus extra-agricoles, ventes de produits maraîchers

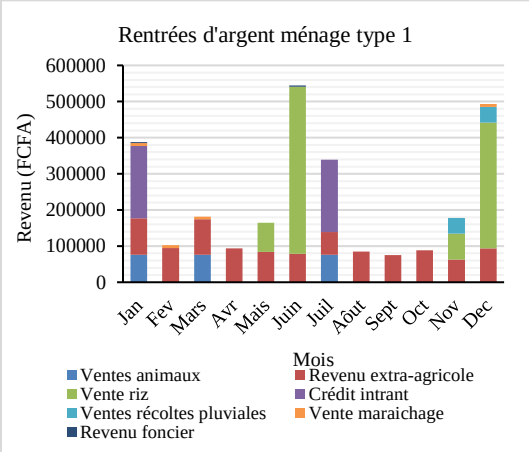
Mai – Juin : vente du riz ou troc du riz (paiements de nature) contre opérations culturales de fin de campagne. Ce sont principalement les périodes de recettes pour les ventes du riz paddy récolté de la première campagne. Ces ventes sont très importantes pour rembourser le crédit contracté en début de campagne et pour financer les opérations culturales qui vont débuter en juillet.

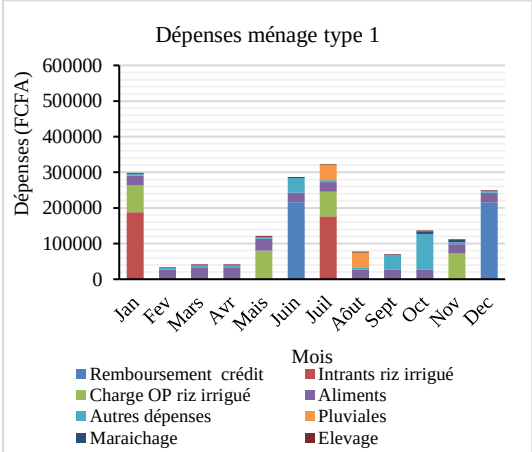
Août – septembre – octobre : faible rentrée d'argent pour les ménages. Les revenus concernent principalement ceux tirés des activités extra-agricoles.

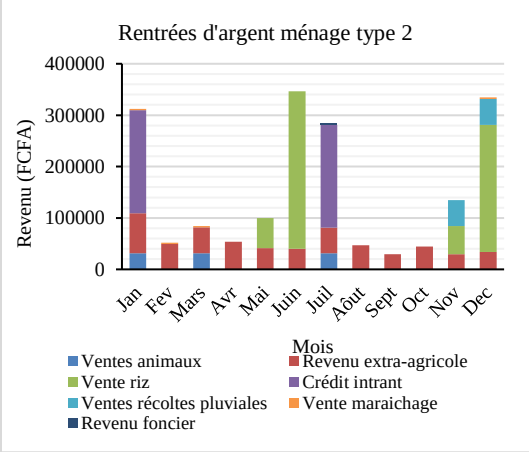
Novembre-Décembre : période de forte rentrée d'argent avec les ventes de riz paddy de la deuxième campagne et aussi les ventes des productions pluviales récoltées courant octobre.

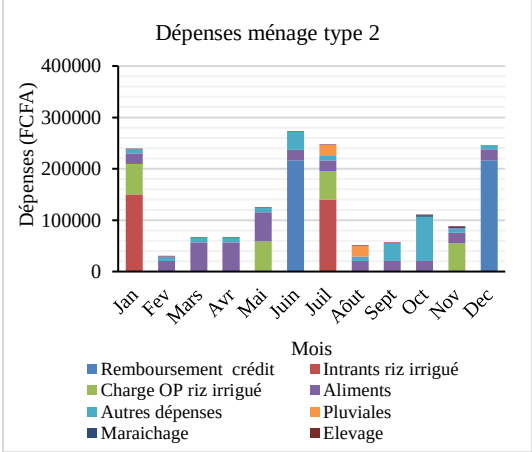
Pour l'élevage, les ventes d'animaux sont souvent des ventes de détresse pour les plus pauvres et qui sont effectuées pendant les périodes de soudure et de grands besoins de liquidité notamment en janvier et en juillet où débutent les opérations culturales.

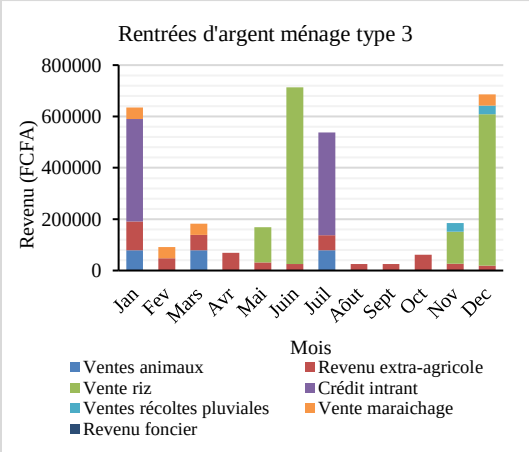
Annexe 24: Evolutions des trésoreries des ménages types

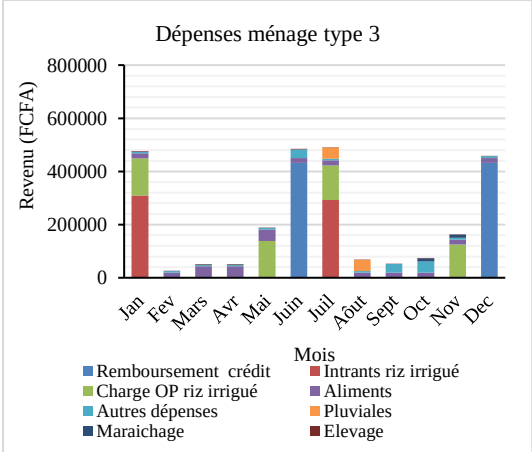


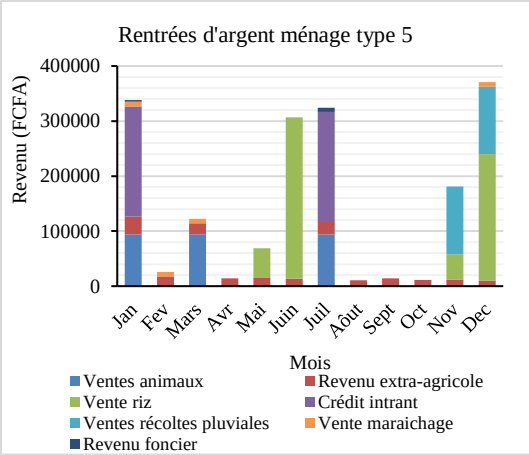


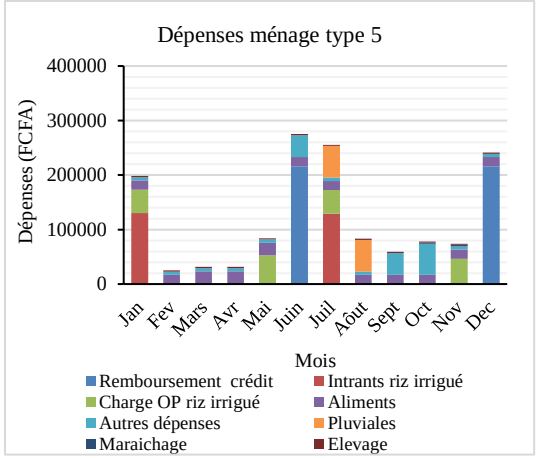






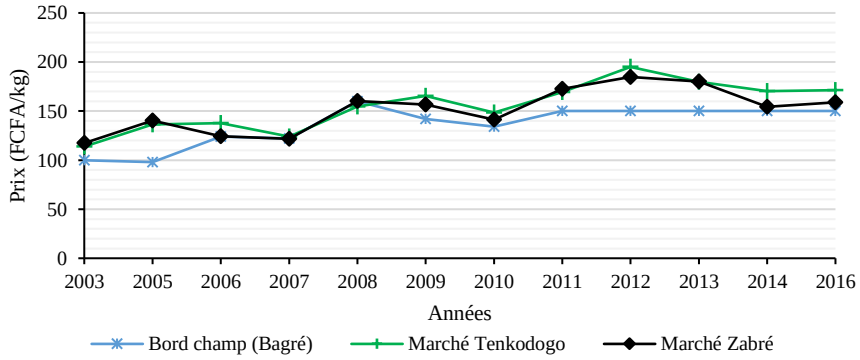






Annexe 25: Evolution du prix du paddy (FCFA/kg) bord champ à Bagré, marchés (Tenkodogo et Zabré)

La tendance des prix bord champ à Bagré, ne reflète pas les prix réels de revient aux producteurs sur le terrain. C'est un prix plancher, fixé lors de forum national entre le gouvernement et les producteurs (Bila, 2015). Mais les acheteurs profitent des difficultés des producteurs pour leur imposer leur système de collecte. Ce prix est légèrement en dessous des prix tendanciels sur les marchés locaux des villes les plus proches comme Tenkodogo (47 km) et Zabré (69 km), et sans doute lié aux coûts de transports.



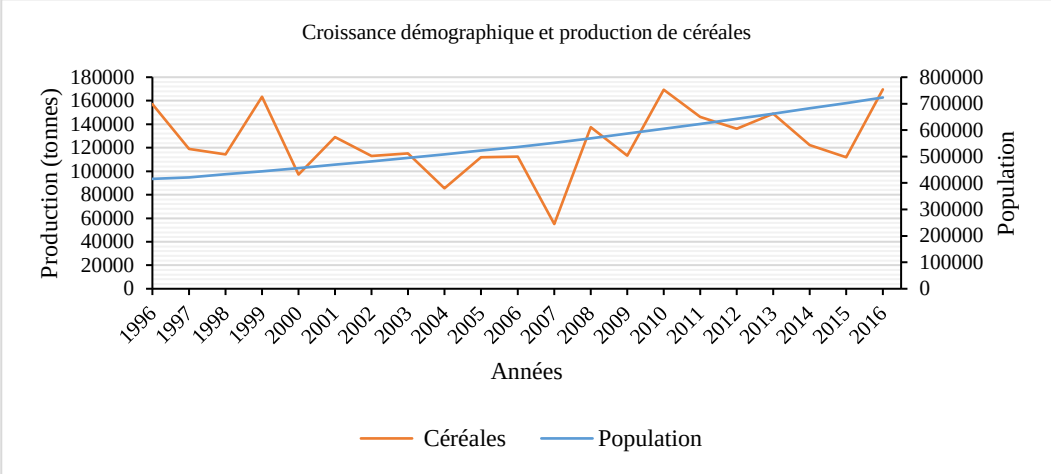
Sources : SIM SONAGESS, (Segda et al., 2006 ; Kabore, 2007 ; FAO, 2014 ; Tapsoba, 2016)

Annexe 26: Rendements rizicoles (t/ha) selon la période de repiquage

	Rendement (t/ha)	
	Si semi	Si repiquage
Avant mi-août (calendrier théorique)	4,0	5,2
Après 15 août	2,7	4,0
*(baisse en %)**	*32,5*	*23*
En septembre	-	2,0
*(baisse en %)**	-	*61,5%*

NB : * la baisse en % est calculée par rapport au rendement obtenu avant mi-août. Source : (Segda *et al.*, 2004)

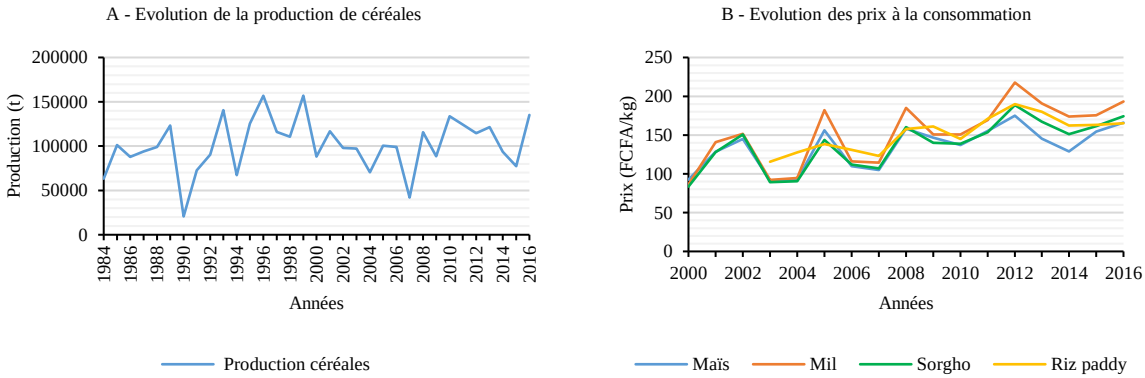
Annexe 27 : Evolution de la population et évolution de la production totale de céréales (province de Boulgou)



Sources : (INSD, 2004, 2009a, 2009b), (Agristat, Données EPA Burkina https://countrystat.org/home.aspx?c=BFA)

Annexe 28 : A) Evolution de la production de céréales de 1984 à 2016 (province de Boulgou). B) Evolution des prix moyens à la consommation sur les 2 marchés (Tenkodogo et Zabré) les plus proches de Bagré

Les 2 graphiques ci-dessous présentent l'évolution de la production de céréales dans la province de Boulgou (Bagré) et l'évolution des prix moyens à la consommation sur les 2 marchés locaux (Tenkodogo et Zabré) proches de Bagré. La plupart des prix des céréales sont corrélés. Entre 2000 et 2016, les inflations les plus importantes ont été enregistrées en 2001 (39% pour le maïs, 63% pour le mil et 53% pour le sorgho), en 2005 (69% pour le maïs, 93% pour le mil, 59% pour le sorgho et 8% pour le paddy), en 2008 (51% pour le maïs, 61% pour le mil, 50% pour le sorgho et 28% pour le paddy) et en 2012 (13% pour le maïs, 29% pour le mil, 23% pour le sorgho et 11% pour le paddy). Ces inflations[92] sont en partie liées à la baisse de la production des années précédentes. Parce que sur la même période, la production totale de céréales a chuté de 44% en 2000, 28% en 2004, 58% en 2007 et 10% en 2011. En résumé, les années qui suivent les chutes de production connaissent des inflations des prix des céréales dans la région. Pour la baisse de 44% de la production en 2000, l'inflation moyenne en 2001 était de 52%. Pour la baisse de la production de 28% en 2004, l'inflation moyenne en 2005 était de 57,25%. Pour la baisse de la production de 58% en 2007, l'inflation en 2008 était de 47,5%. Pour la baisse de la production de 10% en 2011, l'inflation en 2012 était de 20%. D'autres facteurs aussi peuvent influencer la variation du prix.



A) Evolution de la production de céréales (hors plaines irriguées) dans la province de Boulgou de 1984 à 2016. B) évolution des prix à la consommation des céréales. Sources: (base EPA Burkina, SIM SONAGESS)

[92] Il n'existe pas de données sur les demandes/offres de céréales par marché permettant d'approfondir l'analyse.

Annexe 29 : Baisse en % du revenu suite à plusieurs aléas

	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8	Type 9
Revenu (R0)	**276545**	**192279**	**228208**	**111580**	**153698**	**228722**	**257951**	**116563**	**114320**
Baisse en % (R1)									
Peste aviaire	1,8	3,3	5,9	6,8	4,9	2,2	6,2	3,3	7,8
Perte revenu orpaillage	3,8	6,8	3,9	2,9	1,4	3,8	1,9	3,8	6,4
Manque intrants/MO	13	17	18	23	15				
Pyriculariose	27	33	37	43	29				
Oiseaux	2,9	3,8	4,8	9,3	3,6				

Peste aviaire : on considère qu'elle détruit la volaille et que le ménage ne vend pas de poules cette année-là.
Manque d'intrants/MO (décalage du calendrier cultural et chute des rendements à 2 t/ha en campagne 2 due au vent/froid)
Pyriculariose : baisse des rendements annuels à 2t/ha (campagne 1 et campagne 2).
Oiseaux : baisse des rendements à 10% en campagne 1.
Source : auteur

ANNEXES DU CHAPITRE 7

Annexe 30 : Relative consumer price in Burkina Faso (domestic price/imported price)

	Banfora	Ouaga	Fada	Tenkodogo	Dori	Koudougou	Bobo	Tougan	Burkina
2005	0.97	-	0.99	0.80	1.18	0.84	0.91	0.88	0.92
2006	0.94	-	0.93	0.81	1.00	0.86	0.86	0.81	0.87
2007	0.90	-	0.90	0.82	0.98	0.80	0.82	0.78	0.84
2008	0.91	-	0.82	0.77	0.89	0.77	0.87	0.80	0.79
2009	0.91	-	0.75	-	0.89	0.75	0.83	0.83	0.81
2010	-	-	0.73	-	0.99	0.78	0.76	0.82	0.77
2011	0.84	0.91	0.79	-	0.92	0.79	0.83	0.87	0.87
2012	0.90	0.92	-	-	0.95	0.90	0.81	0.88	0.90
2013	0.89	0.89	0.81	-	0.91	0.76	0.76	0.79	0.88
2014	0.83	0.87	-	-	0.97	0.77	0.81	0.77	0.84
Average	**0.90**	**0.90**	**0.84**	**0.80**	**0.97**	**0.80**	**0.82**	**0.82**	**0.85**

The empty cells are some missing data. Source: author (data from (SONAGESS, 2013, 2015))

Annexe 31 : Relative consumer price (domestic price/price of each type of imported rice)

Types of imported rice	Price (FCFA/Kg)	Relative price	Types of imported rice	Price (FCFA/Kg)	Relative price
Riz Apples	386	0.96	Riz Gazelle	390	0.95
Riz Alizé	400	0.93	Riz long grain	410	0.90
Riz Américain	429	0.87	Riz Oncle BOB	400	0.93
Riz Ascot	387	0.96	Riz oncle Sam	404	0.92
Riz brisure	621	0.60	Riz Pakistanais	365	1.02
Riz catwel	460	0.81	Riz soleil	360	1.03
Riz d'Or	410	0.90	Riz super	394	0.94

Source: author (Data from (Sangaré, 2011)) – (prices of year 2011 in Ouagadougou)

Annexe 32 : Costs and margins along the rice value chain in Bagré

Farmers in Bagré	Paddy production (average)	kg/season	3631
	Total production costs (seeds, fertilizers, etc.)	FCFA/season	330425
	Per-unit cost	FCFA/kg	91
	Price	FCFA/kg	150
	Per-unit margin	FCFA/kg	**59**
Women parboilers	Purchase cost of paddy	FCFA/kg	200
	Additional costs	FCFA/kg	94
	Price 1 (SONAGESS)	FCFA/kg	320
	Per-unit margin 1	**FCFA/kg**	**26**
	Price 2 (wholesalers)	FCFA/kg	330
	Per-unit margin 2	**FCFA/kg**	**36**

Processors	Purchase cost of paddy	FCFA/kg	238
	Additional costs	FCFA/kg	71
	Price 1 (SONAGESS)	FCFA/kg	330
	Per-unit margin 1	**FCFA/kg**	**21**
	Price 2 (wholesalers)	FCFA/kg	330
	Per-unit margin 2	FCFA/kg	**21**
Paddy collectors	Purchase cost of paddy	FCFA/ton	150000
	Transport cost	FCFA/Km/ton	50
	Distance (Ouagadougou - Bagré)	Km	230
	Total transport cost	FCFA/ton	11500
	Handling	FCFA/ton	2000
	Per-unit cost	FCFA/kg	163,5
	Price	FCFA/kg	180
	Per-unit margin	**FCFA/kg**	**16,5**
Wholesalers	Purchase cost of processed rice	FCFA/kg	330
	Additional costs	FCFA/kg	10
	Price	FCFA/kg	350
	Per-unit margin	FCFA/kg	**10**
Retailers	Purchase cost of processed rice	FCFA/kg	350
	Additional costs	FCFA/kg	9
	Price	FCFA/kg	380
	Per-unit margin	FCFA/kg	**21**

*For the parboiling, 1kg of paddy gives 0.75 kg of parboiled rice. Hence, 1kg of parboiled rice costs (1/0.75=1.33 kg of paddy and costs 150FCFA*1.33= 200 FCFA). The same method was used for the husked rice, which gives 0.63 after husking.*

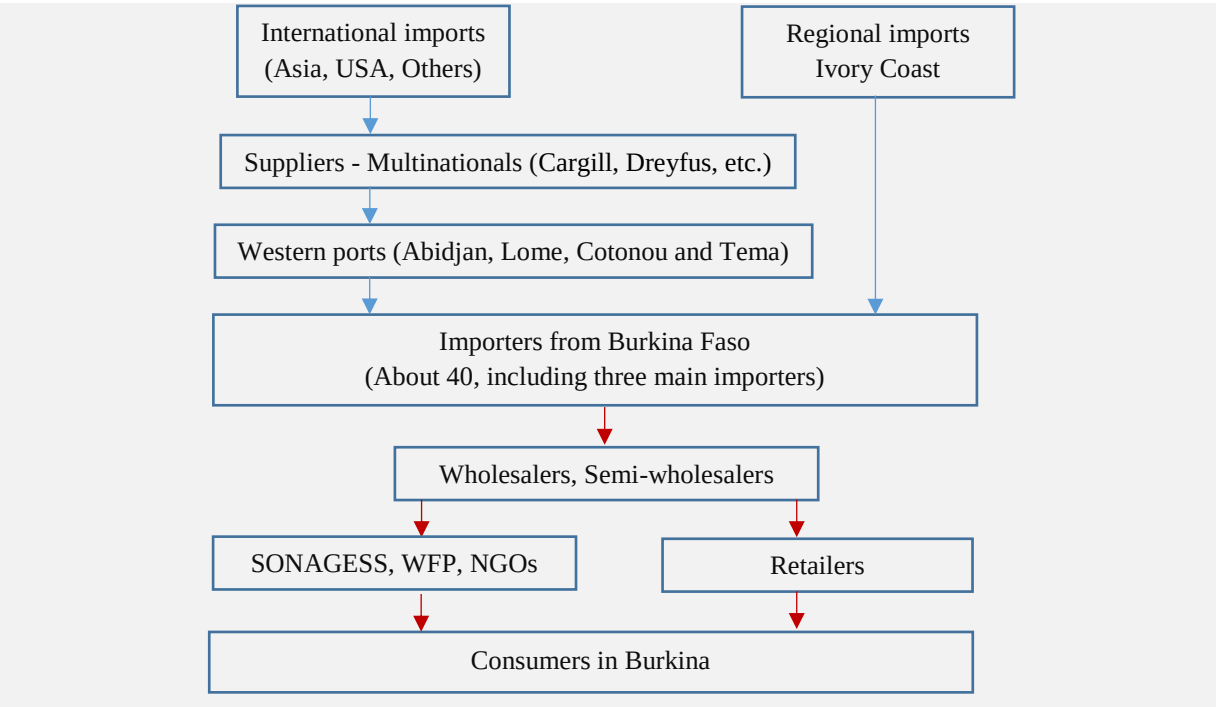
Source: author – data from (field surveys 2017) and (FAO, 2012, 2014 ; Bila, 2015).

Annexe 33 : Costs and margins along the value chain of the imported rice (rice from Thailand)

Importers		**2012**	**2013**
CIF Price (from Ghana border)	FCFA/ton	128502	130669
Customs Duties (CD)	%	13,5	13,5
CIF Price + CD	FCFA/ton	145850	148309
Costs (transports, handling, etc.)	FCFA/ton	68490	68905
Selling price	FCFA/ton	300000	285000
Per-unit margin	**FCFA/kg**	**85**	**68**
Wholesalers			
Purchase cost (imported rice)	FCFA/ton	300000	285000
Purchase cost (imported rice)	FCFA/kg	300	285
Additional costs wholesalers	FCFA/ton	10000	10000
Per-unit cost	**FCFA/kg**	**319**	**304**
Retailers			
Additional costs retailers	FCFA/ton	9000	9000
Consumer price	FCFA/kg	414	402
Per-unit margin (shared between the wholesalers and the retailers**)**	**FCFA/kg**	**95**	**98**

Data source: FAO, 2014; Sangare, 2011

Annexe 34 : The value chain of the imported rice in Burkina Faso



Source: author

Annexe 35 : Produits phytosanitaires appliqués à Bagré

Noms commerciaux	**Types**	**Matières actives (MA)**	**Risque de toxicité MA (IRT)**	**Note toxicité aigue**	**Note toxicité chronique**
Adwuma Wura	Herbicide	Glyphosate	137	36	1
Adwumamu Hene	Herbicide	Glyphosate	137	36	1
Alligator	Herbicide	Pendimethaline	449	40	27
Butaplus	Herbicide	Butachlor			
Decis	Insecticide	Deltamethrine	846	20	2
Gramapat super	Herbicide	Paraquat chloride	846	56	36
Heros	Herbicide	Glyphosate	137	36	1
Kalach	Herbicide	Glyphosate	137	36	1
Kondem					
Kum Nwura	Herbicide	Glyphosate	137	36	1
Lambda Super	Insecticide	Lambda Cyhalothrine	423	56	9
Oxariz	Herbicide	Oxadiazon	255	18	35
Pacha	Insecticide	Lambda Cyhalothrine	423	56	9
Pacha	Insecticide	Acetamipride	116	32	2
Rubis	Herbicide	Bispyribac - Sodium			
Samory	Herbicide	Bensulfuron Methyl	48	17	5
Sunhalothrin		Lambda Cyhalothrine	423	56	9
Synphosate	Herbicide	Glyphosate	137	36	1
TEOVICH					
Titan	Insecticide	Acetamipride	116	32	2

NB : les chiffres sur la toxicité ont été extraits de la version d'essai du logiciel EToPhy (https://etophy.fr/etophy-simulateur/). *Source : enquêtes de terrain, 2017*

Table des matières

Résumé ... **iii**
Abstract ... **iv**
Remerciements ... **v**
Sommaire ... **vii**
Liste des acronymes et abréviations ... **ix**
Liste des tableaux ... **xi**
Liste des figures ... **xiii**
Liste des annexes ... **xv**
Introduction générale ... **1**
1. Contexte général ... 1
2. Problématique, objectifs et hypothèses ... 3
3. Démarche méthodologique générale ... 7
4. Plan de la thèse ... 8
PARTIE I : CADRE CONTEXTUEL D'ANALYSE ET METHODOLOGIE ... **11**
Chapitre 1. Grands périmètres irrigués et réduction de la pauvreté, de l'insécurité alimentaire et de la vulnérabilité ... **13**
1. Introduction ... 13
2. L'irrigation : histoire, concepts et définitions ... 13
2.1. Pratique de l'irrigation, une histoire très ancienne ... 13
2.2. Caractérisation des systèmes d'irrigation ... 16
2.2.1. Typologie des périmètres irrigués ouest africains ... 16
2.2.2. Système d'irrigation à grande échelle ... 17
2.2.3. Grands barrages hydrauliques et irrigation ... 19
3. Les effets multiples et controversés des grands systèmes irrigués ... 21
3.1. Effets positifs de l'irrigation ... 21
3.1.1. Hausse de la productivité et de la production agricole ... 22
3.1.2. Amélioration de la consommation alimentaire ... 23
3.1.3. Créations d'emplois et hausse des salaires ... 24
3.1.4. Diversification des activités agricoles et non agricoles ... 25
3.1.5. Effets multiplicateurs de l'irrigation et développement du multi usage de l'eau ... 26
3.2. Effets négatifs des systèmes irrigués ... 26
3.2.1. Risque de morcellement des terres familiales ... 27
3.2.2. Déplacements de personnes et pertes de moyens d'existence ... 27
3.2.3. Risques environnementaux, maladies et inondations ... 28
3.3. Conclusions empiriques et motivations de la recherche ... 29
3.3.1. Sur la réduction de la pauvreté ... 30
3.3.2. Sur la réduction de l'insécurité alimentaire et de la vulnérabilité ... 31
3.3.3. Motivations empiriques de nos recherches ... 34
4. Conclusion ... 36
Chapitre 2. Politiques publiques agricoles et orientations prises en faveur du développement de l'irrigation au Burkina Faso ... **38**
1. Introduction ... 38
2. Caractéristiques générales de l'économie et place du secteur agricole ... 38
2.1. Importance du secteur agricole ... 39
2.2. Risques climatiques sur le secteur agricole ... 41
3. Dynamique des politiques agricoles et développement de l'irrigation ... 42

3.1. 1950-1960 : Genèse de l'irrigation moderne et les premiers plans de développement agricole 42
3.2. Les années 1970 et 1980 : Développement de l'irrigation en réponse aux sécheresses 44
3.2.1. Plans quinquennaux de développement 45
3.2.2. Programmes populaires de développement 48
3.3. Les années 1990 : Politiques d'ajustement et poursuite du développement de l'irrigation, mais une pauvreté qui demeure 50
3.3.1. Stratégie de croissance durable du secteur agricole 50
3.3.2. Stratégie de développement de l'irrigation privée 51
3.4. Les années 2000 : Politiques axées sur la réduction de la pauvreté et sur la croissance accélérée 53
3.4.1. Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté (CSLP) 54
3.4.2. Politique Nationale de Développement Durable de l'Irrigation (PNDDI) 55
3.4.3. Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable (SCADD) 60
4. Un impact peu significatif des politiques d'irrigation sur la pauvreté ? 64
5. Conclusion 67

Chapitre 3. Cadre conceptuel d'analyse des moyens d'existence et méthodologie générale des recherches et de collectes des données de terrain 70

1. Introduction 70
2. Cadre conceptuel des moyens d'existence 70
2.1. Concepts et définitions des moyens d'existence 71
2.2. Capitaux nécessaires à la subsistance 73
2.3. Stratégies des moyens d'existence, activités et institutions 74
2.4. Résultats de subsistance 75
2.4.1. Concept de pauvreté monétaire 75
2.4.2. Approche CILSS de la sécurité alimentaire 77
2.5. Concepts de vulnérabilité 79
2.5.1. Concepts de vulnérabilités à la pauvreté et à la famine 80
2.5.2. Définitions des concepts associés à la vulnérabilité 81
2.6. Concept de systèmes d'innovation 83
3. Matériels et méthodes 83
3.1. Présentation du périmètre irrigué de Bagré 83
3.1.1. Situation géographique 83
3.1.2. Caractéristiques du milieu naturel 86
3.1.3. Economie de la zone 88
3.1.4. Brève histoire du projet Bagré 91
3.2. Méthodologie générale des recherches et des collectes des données 93
3.2.1. Diagnostic économique et alimentaire 94
3.2.2. Evaluation de la vulnérabilité 99
3.2.3. Diagnostic des contraintes de vente du paddy 100
4. Conclusion 103

PARTIE II : ANALYSES DES DONNEES ET RESULTATS 105

Chapitre 4. Caractérisation de la diversité des ménages agricoles dans l'accès aux ressources : une analyse statistique multivariée 107

1. Introduction 107
2. Analyse statistique multivariée 108
2.1. Analyse en composantes principales (ACP) 109
2.1.1. Sélection des variables discriminantes 109
2.1.2. Contrôle des données utilisées 110

2.1.3. Tests d'adéquation et analyse des coefficients de corrélation ... 111
2.1.4. Nombre de facteurs principaux à retenir ... 111
2.2. Analyse de clusters ... 112
2.3. Tests de validation des ménages types ... 113
3. Résultats de la typologie ... 113
3.1. Résultats de l'ACP ... 113
3.1.1. Description des facteurs retenus ... 114
3.1.2. Interprétation des plans factoriels ... 115
3.2. Neuf types contrastés de ménages identifiés ... 116
3.2.1. Ménages types identifiés et leur validation ... 116
3.2.2. Description des ménages types irrigants ... 118
3.2.3. Description des ménages types pluviaux ... 120
4. Caractérisation des dotations de chaque ménage type ... 121
4.1. Capital naturel et dynamique foncière ... 121
4.2. Capital humain ... 126
4.3. Capital physique ... 127
4.4. Capital financier ... 128
4.5. Capital social ... 130
5. Discussion et conclusion ... 131
Chapitre 5. État de la pauvreté et de l'insécurité alimentaire des ménages et analyse des mécanismes à l'œuvre ... 136
1. Introduction ... 136
2. Indicateurs d'analyse de la pauvreté et de l'insécurité alimentaire ... 136
2.1. Revenu incluant l'autoconsommation ... 136
2.2. Consommations céréalière et énergétique pour évaluer la sécurité alimentaire ... 138
2.3. Surface/actif, productivité/ha et indice de diversification ... 140
3. Forte pauvreté liée à un accès limité à la terre et aux emplois extra-agricoles ... 141
3.1. Pauvreté élevée et sécurité alimentaire fragile ... 141
3.1.1. Faible diversification en zone irriguée ... 141
3.1.2. Forte pauvreté dans la zone ... 143
3.1.3. Sécurité alimentaire fragile pour les pauvres ... 146
3.2. Causes de la pauvreté et mécanismes à l'œuvre ... 150
3.2.1. Faiblesse de l'accès initial au foncier et dynamique ... 153
3.2.2. Des rendements observés en dessous des seuils théoriques ... 155
3.2.3. Des revenus non agricoles insuffisants ... 160
3.2.4. Diverses stratégies développées pour pallier à l'accès limité aux ressources ... 165
3.3. Trajectoires des revenus des futurs irrigants ... 166
4. Discussion et conclusion ... 171
Chapitre 6. Vulnérabilité des ménages à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire : exposition aux chocs, impact ex ante et stratégies de réponse ... 178
1. Introduction ... 178
2. Estimation de l'impact des chocs et quantification du risque ... 178
2.1. Calcul des effets des aléas/risques identifiés ... 178
2.2. Quantification du risque et capacité d'adaptation ... 179
3. Forte vulnérabilité des irrigants en raison des risques en riziculture ... 180
3.1. Caractérisation des risques et aléas identifiés ... 180
3.1.1. Aléas affectant l'agriculture pluviale ... 182
3.1.2. Risques et aléas sur l'agriculture irriguée ... 183

3.1.3. Risques sur la santé, sur l'activité d'orpaillage et sur l'élevage 189
3.2. Effets des chocs sur le revenu et sur la consommation 190
3.2.1. Impacts d'une baisse de la production pluviale 190
3.2.2. Effets de la baisse du prix du riz paddy 192
3.2.3. Impacts des autres aléas 197
3.3. Stratégies et capacités à faire face aux chocs 197
3.4. Importance des risques et préoccupations des producteurs 202
4. Discussion et conclusion 204
Chapitre 7. Diagnostic de la filière riz et analyse des contraintes et opportunités de réduction des risques de commercialisation 209
1. Introduction 209
2. Collecte des données et outils d'analyse 209
2.1. Entretiens et revue documentaire 209
2.2. Outils d'analyse et atelier multi-acteurs 210
2.2.1. Diagramme de causalité et analyse du système 210
2.2.2. Déroulement de l'atelier multi-acteurs 212
3. Chaîne de valeur, difficultés de commercialisation du riz et solutions d'innovation 213
3.1. Chaîne de valeur du riz de Bagré et mode de financement 213
3.2. Causes premières des difficultés à écouler le paddy de Bagré 216
3.3. Facteurs et acteurs qui entravent la vente du paddy 222
3.4. Solutions d'innovation proposées pour surmonter les contraintes 225
3.4.1. Solutions pour surmonter le manque d'équipements 225
3.4.2. Propositions pour surmonter le manque de confiance et le problème comportemental des acteurs 227
3.4.3. Propositions pour surmonter la lenteur administrative dans l'émission des contrats 228
4. Discussion et conclusion 229
Conclusion générale et perspectives 233
1. Question de recherche, hypothèses et méthodologie 233
2. Principaux apports de nos recherches 234
3. Eléments de réflexion et recommandations 239
4. Limites et perspectives de recherche 243
Bibliographie 248
Annexes 274
Table des matières 330

Title: Poverty, food insecurity and vulnerability of farm households in a large-scale irrigation system: The case of the Bagré irrigated perimeter in Burkina Faso

Keywords: Large-scale irrigated schemes, Poverty, Food insecurity, Vulnerability, Burkina Faso, Participatory workshops.

Abstract:

Large-scale irrigation systems have emerged in Africa as a response to increasing the challenges of seeking food sovereignty and strengthening the livelihoods of people in rural areas. Decades later, the enthusiasm towards these systems is still present, while their real effects are becoming the subject of many controversies. Despite the improvement they contribute to agricultural production, large irrigated systems generate risks concerning the social, economic, and ecological domains, which question their real impacts on the economic and food situation of the rural populations located in the project areas. This thesis is seeking the answer to the issues related to the impacts of large irrigated systems on beneficiaries by focusing on the specific case of the Bagré irrigation scheme in Burkina Faso. Specifically, it seeks to analyze how the irrigation scheme can contribute to reducing poverty, food insecurity, and the vulnerability of the irrigating households by comparing them to the rainfed households in the surrounding area. To achieve this, we first analyze the resource endowments of different farm household types and assess their state of poverty, economic and food insecurities by comparing economic indicators to usual thresholds and those defined with the communities in a participatory way. Then, we identify and prioritize the risks on the resources, estimate their occurrences as well as their ex-ante impacts on household income and consumption to assess their vulnerability to economic and food insecurities. In addition, the analysis by the economic indicators is confronted with the perception of the participants. Problems related to the sale of paddy rice are ranked by the workshop participants as the major constraints. The causes of these difficulties are analyzed, both by an economic reflection on the competitiveness of the local rice (value for money, eating habits, etc.) and by a multi-stakeholder workshop seeking to identify the main causes and to propose improving solutions.

A mixed contribution of the irrigation scheme to improving the living conditions of the populations is highlighted: food security has improved thanks to the increase in rice productivity, but poverty remains a concern in the whole area where it affects more than half of the families. The lack of access to land and non-agricultural jobs and the high gap between the observed and expected yields are the main factors hindering the improvement of the living conditions of the poor irrigators. These poor are in permanent economic insecurity due to the high costs of intensive rice production and limited access to credit. They are also more vulnerable than the rainfed households to the economic and food insecurities because of the high risks of accessing to the production factors and the sale of their rice at a stable and profitable price. These results raise questions about the interest of the future extensions of the irrigation scheme, given the fact that under the current conditions of land compensation, their impacts on the economic situation of the rainfed households (future beneficiaries) would not be significantly positive. Besides, the rainfed populations express fears about new extensions (availability of water downstream). Better coordination and partnership between the stakeholders could reduce the local problems related to the sale of rice, but further analysis at the national level is needed to address the issue connected to the competitiveness of the local rice. Furthermore, the use of pesticides and their impacts on health and ecology, as well as the distribution of land resources, and the possibility of alternative crops are among the important questions to be explored as their results could contribute to the change in the mixed trajectory of the irrigation scheme.

Titre: Pauvreté, insécurité alimentaire et vulnérabilité des ménages agricoles dans un système d'irrigation à grande échelle : Le cas du périmètre irrigué de Bagré au Burkina Faso

Mots-clés : Grands périmètres irrigués, Pauvreté, Insécurité alimentaire, Vulnérabilité, Burkina Faso, Ateliers participatifs.

Résumé :

Les grands systèmes irrigués ont émergé sur le continent africain pour répondre aux enjeux de souveraineté alimentaire et renforcer les moyens d'existence des populations en milieu rural. Plusieurs décennies après, l'engouement autour de ces systèmes est toujours présent, alors que leurs effets réels sont au cœur de nombreuses controverses. Malgré l'amélioration qu'ils apportent à la production agricole, les grands périmètres irrigués génèrent des risques sociaux, économiques et écologiques importants qui questionnent leurs impacts effectifs sur la situation économique et alimentaire des populations bénéficiaires. Cette thèse s'inscrit dans cette problématique et étudie le cas particulier du périmètre irrigué de Bagré au Burkina Faso. Elle cherche précisément à analyser comment le périmètre contribue à réduire la pauvreté, l'insécurité alimentaire et la vulnérabilité des ménages irrigants en les comparant aux ménages pluviaux de la zone alentour. Pour y parvenir, les dotations en ressources de différents ménages types sont d'abord analysées et leur état de pauvreté, d'insécurité économique et d'insécurité alimentaire évalué, en confrontant des indicateurs économiques à des seuils usuels et définis avec les communautés de façon participative. Ensuite, les risques sur les ressources mobilisées sont identifiés et hiérarchisés, leurs occurrences et leurs impacts ex ante sur le revenu et la consommation estimés afin d'évaluer la vulnérabilité économique et alimentaire des ménages. De nouveau, l'analyse par les indicateurs économiques est confrontée à la perception des participants. Les problèmes d'écoulement de la production sont classés par les participants aux ateliers, parmi les contraintes majeures. Les causes de ces difficultés sont analysées, à la fois par une réflexion économique sur la compétitivité du riz local (rapport qualité/prix, habitudes alimentaires, …) et par un atelier multi-acteurs cherchant à identifier les causes essentielles et à proposer des solutions d'amélioration.

Une contribution mitigée du périmètre à l'amélioration des conditions de vie des populations est mise en évidence : la sécurité alimentaire s'est améliorée grâce à la hausse de la productivité rizicole, mais l'état de la pauvreté demeure préoccupant dans l'ensemble de la zone où elle touche plus de la moitié des familles. L'accès limité au foncier et aux emplois non agricoles, l'écart élevé entre les rendements observés et espérés sont les facteurs principaux qui entravent l'amélioration des conditions de vie des irrigants pauvres. Ces derniers sont en insécurité économique permanente, générée par les coûts élevés des cultures intensives et l'accès limité au crédit, et sont plus vulnérables que les pluviaux à l'insécurité économique et à l'insécurité alimentaire en raison des risques d'accès aux facteurs de production et de vente de la production à un prix stable et rentable. Ces résultats questionnent l'intérêt des extensions futures du périmètre irrigué, d'autant plus que dans les conditions actuelles de compensation foncière, leurs impacts sur la situation économique des ménages pluviaux (futurs bénéficiaires) ne seraient pas significativement positifs. Par ailleurs, les populations pluviales émettent des craintes sur de nouvelles extensions (disponibilité de l'eau en aval). Une meilleure coordination et un partenariat entre les acteurs pourraient réduire les problèmes locaux liés à l'écoulement du riz, mais une analyse complémentaire au niveau national est nécessaire pour traiter de la question liée à la compétitivité du riz local. Par ailleurs, l'usage des pesticides et leurs impacts sur la santé et l'écologie, ainsi que la répartition des ressources foncières, la possibilité de cultures alternatives sont autant de questions à approfondir, dont les résultats pourraient contribuer à changer la trajectoire mitigée du périmètre irrigué.